

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

« _____ » _____ 2020 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 133 – Галузеве машинобудування

на тему: Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв'яка

Виконала студентка IV курсу, групи _____ ЛП-61-1
(шифр групи)

_____ Кункова Владислава Олегівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ проф. Панов Є.М. _____
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти

ПЕРЕВІРКА НА СХОЖІСТЬ _____ д.т.н. проф. Щербина В. Ю.

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ _____ ст. вик. Борщик С. О.

РЕЦЕНЗЕНТ _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ 2020 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки – 133 – Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування - Інжиніринг, обладнання та технології виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О. В. Гондлях**

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

_____ Кункова Владислава Олегівна

(П.І.Б.)

1. Тема проекту _____ Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв'яка

керівник проекту _____ проф. Панов Є. М.

затверджена наказом по університету від « _____ » _____ 201 р. № _____

2. Строк подання студентом проекту « _____ » _____ 201 р. _____

3. Вихідні дані до проекту _____
Діаметр черв'яка $D = 90$ мм; загальна довжина черв'яка $30 D$; крок нарізки черв'яка $t = 90$ мм;
матеріал, що перероблюється – поліетилен низької
густини.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

Призначення та галузь застосування лінії; технічна характеристика, опис конструкції, основних частин та принципу дії екструдера; патентно-літературний огляд та обґрунтування обраної модернізації; охорона праці та навколишнього середовища; очікувані механіко-економічні показники; параметричні, кінематичні та міцнісні розрахунки екструдера; тепловий розрахунок.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

Черв'ячний екструдер; черв'як; барботер; плакат _____

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	доц. Ковтун І.М.		
Модернізація	д.т.н., проф.. Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст.викл. Борщик С.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання для дипломного проекту.		
2	Проходження переддипломної практики.		
3	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.		
4	Обґрунтування модернізації.		
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
6	Виконання розрахунків.		
7	Підготовка розділу «Розрахунки»		

8	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла»		
9	Робота над кресленнями в CAD-системах.		
10	Захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

Кункова В.О.

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Панов Є.М.

(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

Реферат (українська мова)	6
Реферат (іноземна мова)	7
Реферат (російська мова)	8
Перелік умовних позначень	9
Пояснювальна записка	10
Розділ «Розрахунки»	43
Розділ «Технологія машинобудування»	65
Додатки	

Реферат

Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» на тему: «Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв'яка». Виконала студентка групи ЛП-61-1 Кункова В.О., керівник – проф. Панов Є.М.

Дипломний проект містить текстову і графічну частини. Текстова частина має 3 розділи і додатки, загальний обсяг - 85 сторінки, 11 ілюстрацій, 11 таблиці, 22 джерела посилань. Графічна частина містить 3 креслень (загальний обсяг 4 аркушів креслень формату А1, 1 плакат з результатами розрахунків).

Дипломний проект присвячений модернізації вузла терморегулювання черв'яка екструдера. Метою модернізації є забезпечення надійної термостабілізації робочої поверхні черв'яка.

Об'єктом розробки є екструдер ЧП 90×30.

У роботі надано технічні характеристики, розглянуто конструкцію та принцип дії агрегату для виробництва профілів, виконано параметричні, кінематичні, теплові розрахунки, та розрахунки на міцність черв'яка, які підтверджують працездатність та надійність машини.

У даному проекті виконано літературно-патентний пошук з метою обрання варіанта модернізації екструдера.

агрегат, екструдер, черв'як, виробництво профілів, міцність, екструзія.

Реферат

Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня «бакалавр» на тему: «Агрегат для производства профилей с модернизацией узла терморегулирования червяка». Выполнила студентка группы ЛП-61-1 Кункова В.О., руководитель - проф. Панов Е.Н.

Дипломный проект содержит текстовую и графическую части. Текстовая часть имеет 3 раздела и приложения, общий объем - 85 страниц, 11 иллюстраций, 11 таблицы, 22 источника ссылок. Графическая часть содержит 3 чертежей (общий объем 4 листа чертежей формата А1, 1 плакат с результатами расчетов).

Дипломный проект посвящен модернизации узла терморегулирования червяка экструдера. Целью модернизации является обеспечение надежной термостабилизации рабочей поверхности червяка.

Объектом разработки является экструдер ЧП 90 × 30.

В работе предоставлены технические характеристики, рассмотрены конструкция и принцип действия агрегата для производства профилей, выполнено параметрические, кинематические, тепловые расчеты, и расчеты на прочность червяка, подтверждающие работоспособность и надежность машины.

В данном проекте выполнено литературно-патентный поиск с целью избрания варианта модернизации экструдера.

агрегат, экструдер, червяк, изготовление профилей, прочность, экструзия.

ABSTRACT

Graduation project of educational qualification level "bachelor" on the topic: " Unit for the production of profiles with the modernization of the thermoregulation node of the worm". The executor is a student of the LP-61-1 group Kunkova V.O., the associate professor Panov E.M. .

The diploma project includes text and graphic parts. The text part has 3 sections and applications, the total volume is _85_ pages, _11_ illustrations, _11_ tables, _22_ reference sources. The graphic part contains _3_ drawings (the total volume is _4_ sheets of A1 format drawings, _1_ poster with the results of calculations).

The graduation project is devoted to the modernization of the thermoregulation node of the worm. The aim of modernization is to ensure reliable thermal stabilization of the working surface of the worm.

The object of development is the extruder WP 90×30.

The paper presents technical characteristics, the design and operation principle of the unit for the production of profiles are considered, parametric, kinematic, thermal and strength calculations of the worm are performed, confirming the operability and reliability of the machine design.

In the project, a literary-patent search was made in order to select a variant for modernizing the press.

aggregate, extruder, worm, profile production, strength, extrusion.

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Агрегат для виробництва профілів з
модернізацією вузла терморегулювання черв'яка»

Київ – 2020 рік

Умовні позначення

h – висота, м;

D, d – діаметр, м;

p – тиск, Па;

t – температура, К;

ρ – густина, кг/м³ ;

ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості, м² /с;

α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м² · К);

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · К);

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К);

α – коефіцієнт прямого потоку розплаву у каналі черв'яка;

β – коефіцієнт зворотнього потоку розплаву у каналі черв'яка;

γ – коефіцієнт потоку втрат крізь зазор між корпусом преса та гребнями черв'яка;

n – частота обертів черв'яка;

K – коефіцієнт геометричної форми головки екструдера;

N – потужність, Вт;

i – коефіцієнт стиснення;

μ – коефіцієнт способу закладення;

Nu – критерій Нуссельта;

Re – критерій Рейнольдса;

Gr – критерій Гросгофа;

Pr – критерій Прандтля.

Зміст

Вступ.....	3
1. Призначення та галузь застосування лінії.....	5
2. Технічна характеристика екструдера.....	7
3. Опис конструкції, основних частин та принципу дії екструдер.....	9
4. Літературний та патентний огляд. Обґрунтування запропонованої модернізації.....	12
4.1. Патентно-літературний огляд конструкцій екструдера.....	12
4.2. Обґрунтування обраної модернізації.....	21
5. Охорона праці та навколишнього середовища.....	22
5.1. Повітря робочої зони.....	23
5.2. Шум і вібрація.....	24
5.3. Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються.....	26
5.4. Електробезпека.....	26
5.5. Пожежна безпека.....	28
6. Очікувані механіко-економічні показники.....	30
Висновки.....	31
Література.....	32

					ЛП61(1).009.007.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв'яка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Кункова В.О.						
Перевір.		Панов Є.М.					1	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
Н. Контр.								
Затверд.		Гондляр О.В.						

ВСТУП

Черв'ячні машини - це один із найпоширеніших видів технологічного обладнання, що використовується при виробництві та переробці термопластичних полімерів та композиційних матеріалів з їх використанням. Перший черв'ячний екструдер був розроблений в кінці 19 століття в Німеччині для ізоляції електричних кабелів. З того часу сфера екструдерів значно розширилася, і вони зараз успішно використовуються не тільки для переробки полімерів, але і для переробки гуми, сільськогосподарських та харчових продуктів, будівельних матеріалів та інших виробів.

Інтенсивний розвиток виробництва полімерних матеріалів, особливо термопластів, є причиною все більшого вивчення теорії та практики переробки цих матеріалів у виробі. Останнім часом зростають темпи виробництва полімерних матеріалів для технічних цілей. Вони істотно випереджають темпи виробництва аналогічних матеріалів із природної сировини.

Полімерна інженерія займає особливе місце серед інших галузей машинобудування, завдяки широкому міжгалузевому сполученню та широкому спектру обладнання, застосованого у найрізноманітніших сферах народного господарства: хімічній, нафтохімічній, легкій, харчовій, медичній, електричній та інших галузях.

Успіх широкого використання черв'ячних машин для переробки полімерних матеріалів пов'язаний насамперед з тим, що вони є машинами безперервної дії і дозволяють здійснювати повну механізацію та автоматизацію процесів.

У даному дипломному проєкті розглядається «Агрегат для виробництва профілів». В якості базової конструкції розглядається ЧП 90х30.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою дипломного бакалаврського проекту є розробка модернізації вузла терморегулювання черв'яка екструдера; пошук та обґрунтування варіанту його удосконалення. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати тепловий і параметричний розрахунки, розрахунки на міцність основних вузлів і деталей екструдера, що підтверджують працездатність конструкції, а також виконання графічної частини, загальний вигляд екструдера та основних його вузлів.

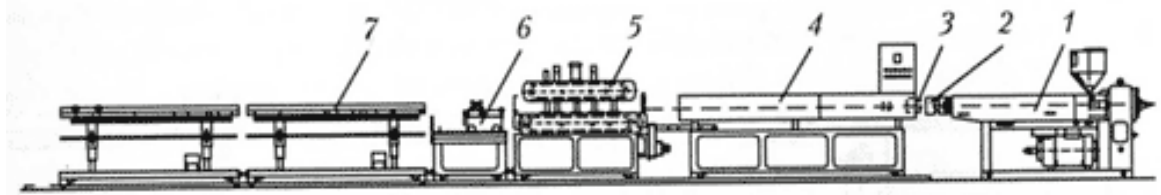
					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 Призначення та галузь застосування лінії

Опис технологічного процесу

Розглянемо технологічну лінію виготовлення трубоподібних профілів з використанням вакуумної ванни.

На Рисунку 1.1 показана схема отримання трубоподібних профілів.



1 - екструдер; 2 - екструзійна головка; 3 - калібруюча втулка; 4 - вакуумна ванна; 5 - тягнучий пристрій; 6 - пила; 7 - приймальний пристрій

Рисунок 1.1 – Схема виробництва трубоподібних профілів з використанням вакуумної ванни

Полімерний матеріал із бункера екструдера 1 надходить у матеріальний циліндр, захоплюється черв'яком і транспортується до екструзійної головки, фрагмент якої показано позицією 2. Далі відбувається калібрування за допомогою набору калібруючих пластин, встановлених в закритій вакуумній ванні 4, в якій розрідження створюється за допомогою водокільцевого вакуум-насоса. На вході в ванну встановлюється коротка калібруюча втулка 3 з отворами для вакууму, та індивідуальним водяним охолодженням. Потім виріб проходить через тягнучий пристрій 5, нарізується пилою 6, і надходить до приймального пристрою 7.

За компонуванням комплектуючого обладнання, технологічна лінія аналогічна установкам для виготовлення звичайних труб. Відмінною особливістю схеми є можливість формування профілю з кільцевої циліндричної заготовки. Цей спосіб дозволяє на одному і тому ж формувальному інструменті отримувати ряд трубоподібних виробів (прямокутних, квадратних, трикутних і багатокутних), що мають близькі значення периметра.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Технічна характеристика екструдера

Технічна характеристика несе в собі спеціальну інформацію про апарат. За цими показниками проводять порівняння зразка з йому подібними, та для подальшого вибору та обґрунтування обраного варіанту. Основні показники агрегату ЧП 90х30 представлені в таблиці 2.1.

Технічна характеристика агрегату

Таблиця 2.1.

1. Продуктивність екструдера	<i>кг/год</i>	105
2. Діаметр черв'яка екструдера	<i>мм</i>	90
3. Відношення діаметру черв'яка екструдера до його довжини		1:30
4. Частота обертання черв'яка	<i>об/хв</i>	60
5. Число заходів черв'яка		1
6. Кількість зон обігріву циліндра екструдера	<i>шт</i>	4
7. Тип формуючої головки екструдера		Головка трубна
8. Привід екструдера: а.) електродвигун 4A250S4 У3 Потужність двигуна Число обертів	<i>кВт</i> <i>об./хв.</i>	75 1500

Робоча напруга	<i>B</i>	380/220
б.) передача потужності на черв'як екструдера через редуктор		$i=20,1$
в.) редуктор приводу 1Ц2У-400-10-14-У3 ТУ2-056-244-86		
9. Габарити		
а.) довжина		5690
б.) ширина	<i>мм</i>	2680
в.) висота		2435
10. Маса	<i>кг</i>	5600

3 Опис конструкції та принцип дії екструдера

Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей

Екструдер призначений для безперервної переробки полімерів в однорідний розплав і рівномірного видавлювання його крізь профільюючу головку [9]. На Рис. 3.1 показана схема черв'ячного екструдера.

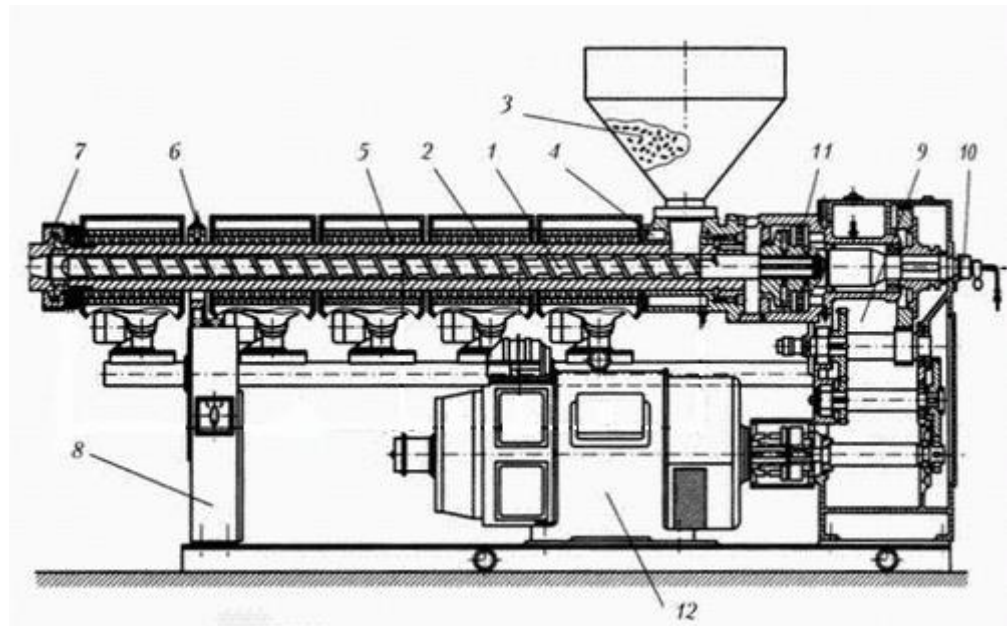


Рис. 3.1. Черв'ячний екструдер

Полімерний матеріал із бункера 3 надходить у матеріальний циліндр 2, захоплюється черв'яком 1 і транспортується до формуючої головки, фрагмент якої показаний позицією 7. Для забезпечення бажаних температурних та транспортувальних умов на матеріальному циліндрі встановлені зонні кільцеві нагрівачі 5 з індивідуальними вентиляційними пристроями; ділянка циліндру біля завантажувальної горловини охолоджується водою через канали 4, а для контролю температури є термопары 6. Черв'ячна конструкція забезпечує його внутрішнє охолодження водою, що подається та відводиться пристроєм 10. Черв'як приводиться в рух електромеханічним приводом, що складається з електродвигуна

12 і редуктора 9. Осьове зусилля, що діє на черв'як сприймається підшипниковим вузлом 11. Усі робочі вузли екструдера встановлені в корпусі 8.

Основними компонентами екструдера є: привід преса, станина, воронка завантажувальна, корпус, черв'як, система охолодження і система нагрівання.

Основним робочим органом преса є циліндричний корпус з товстими стінками, в якому обертається черв'як.

По мірі обертання черв'яка матеріал транспортується по гвинтовому каналу, утвореному внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка.

Одночасно відбуваються різноманітні процеси: нагрівання матеріалу за рахунок енергії розсіювання та енергії, що надходить від системи нагрівання циліндра; хімічні, фазові та інші перетворення, ущільнення та монолітизація сипучих матеріалів, ініційовані підвищенням температури та тиску; змішування компонентів; вилучення газів та інших компонентів з матеріалів.

Зона живлення: відбувається прийом матеріалу, що переробляється, та його рух у напрямку до зони плавлення й ущільнення. Для підвищення продуктивності дана зона виконується з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

Зона плавлення: полімер плавиться, ущільнюється і дегазується. Для ефективної реалізації цих процесів черв'ячний канал в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що досягається в більшості випадків за рахунок зменшення глибини каналу, кроку гвинтової лінії чи обох параметрів.

Зона дозування: розплав змішується та збільшується тиск, при якому розплав виштовхується через формуючий інструмент.

Бункер - це товстостінний циліндр з завантажувальним отвором і водяною рубашкою. Він складається з корпусу та вставної гільзи. На зовнішній поверхні бункера встановлений електродвигун.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Корпус має форму товстостінного циліндра, який приєднаний фланцевим з'єднанням з бункером. У корпусі є чотири зони обігріву з електричними нагрівачами. Зони корпусу охолоджуються чотирма незалежними вентиляторами. На ньому встановлені термоелектричні перетворювачі для контролю температури корпусу. Зони розділяються перегородками. Ззовні корпус закритий теплоізоляційним кожухом.

Корпус складається з завантажувальної і плавильної частини. Всі частини з'єднані фланцями. З іншого боку блок радіальних підшипників також підключається до завантажувальної частини корпусу за допомогою фланців. Нагрівачі встановлюються на плавильній стороні корпусу, за рахунок чого корпус нагрівається і полімер плавиться. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, які охолоджують екструдер.

Система охолодження призначена для охолодження бункера, черв'яка та масла в картері редуктора.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

4 Літературний та патентний огляд. Обґрунтування запропонованої модернізації

З метою позбавлення черв'ячного екструдера недоліків та підвищення його експлуатаційних характеристик проведений літературно-патентний пошук.

Пошук проводився на наступних відкритих пошукових ресурсах:

- <http://www1.fips.ru>
- <http://base.ukrpatent.org/>
- <http://www.freepatent.ru/>

4.1 Патентно-літературний огляд конструкцій екструдера

Аналіз конструкції черв'ячного екструдера виявив такі недоліки, як складність його конструкції, оскільки він передбачає наявність зведеного вузла підведення (і відведення) теплоносія на обох кінцях черв'яка; в умовах значного діаметра черв'яка і виконання його з корозієстійкої сталі умови термічної стабілізації його робочої поверхні значно погіршуються, що знижує ефективність екструдера в цілому. Для розгляду варіанту модернізації черв'ячного терморегуляційного вузла знайдено 6 технічних рішень, які мають свої особливості, переваги та недоліки. Тож розглянемо їх докладніше.

У [1] запропонована конструкція черв'яка, яка відрізняється тим, що канал, з'єднаний з порожниною вала, виконаний у гребені нарізки.

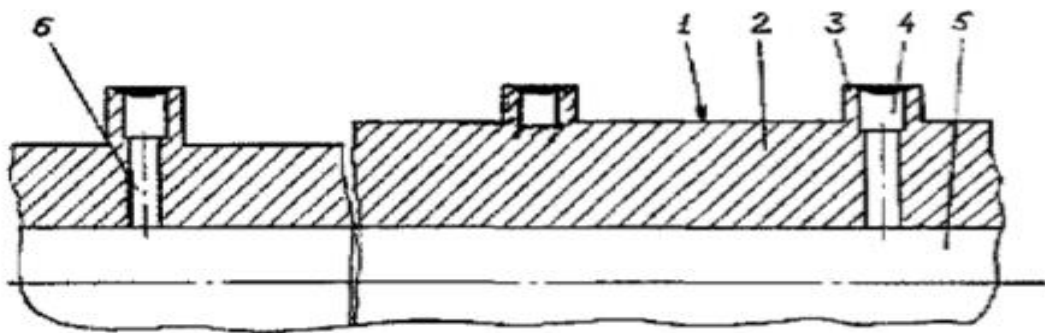


Рис. 4.1 - поздовжній розріз черв'яка

Виконання в гребенях нарізки каналу, з'єднаного з порожниною вала, забезпечує підведення теплоносія безпосередньо в міжвитковий простір черв'яка, забезпечуючи при цьому мінімальний термічний опір процесу передачі тепла між теплоносієм і оброблюваним матеріалом.

Черв'як екструдера містить порожнистий вал 2, оснащений гвинтовою нарізкою 1, в гребені 3 нарізки 1 якого виконаний канал 4, з'єднаний з порожниною 5 вала 2 каналами 6 (рис. 4.1).

Рідкий теплоносій через коаксіально розташованій в порожнині 5 вала 2 труби з поршнем циркулює в черв'яку. У цьому випадку, завдяки каналам 6, теплоносій потрапляє і циркулює в гребені 3 нарізки 1, забезпечуючи теплообмін між ним та оброблюваним матеріалом. Канал 4 у гребені 3 може бути сформований, наприклад, шляхом виконання проточки у верхній частині гребеня 3 з подальшим наплавленням вершини гребеня 3 і подальшим його обробленням.

Ця конструкція проста у виготовленні та використанні, вона значно покращить умови експлуатації черв'ячних екструдерів.

У [2] запропоновано спосіб охолодження екструдованого матеріалу, який відрізняється тим, що подача бульбашок або газу в шар рідкого холодоагенту здійснюють по довжині охолоджуючої ванни з можливістю регулювання витрати газу по її довжині.

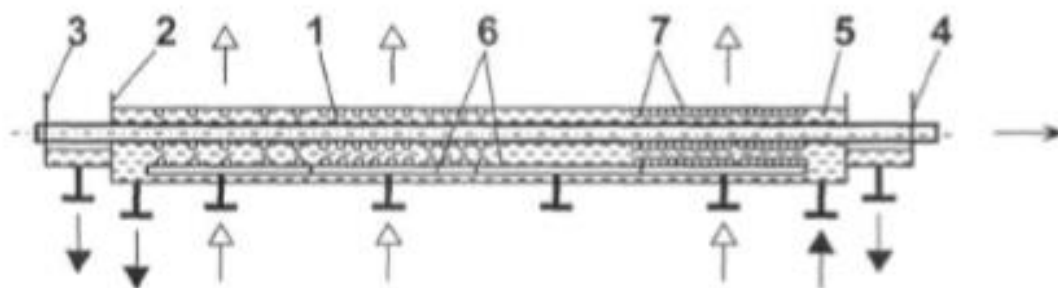


Рис. 4.2 - поздовжній розріз ванни охолодження

Екструдований матеріал 1, наприклад полімерна трубка або кабельний виріб, пропускають через охолоджувальну ванну 2 з торцевими кишнями 3 і 4, які запобігають витіканню холодоагенту 5 з охолоджуючої ванни 2. По довжині охолоджуючої ванни 2 розміщено барботери 6, в отвори яких у шар рідкого холодоагенту 5 надходить газ, такий як повітря (залежно від тиску та об'ємної витрати у вигляді бульбашок або струминок 7). Один з центральних барботерів 6 від'єднаний від подачі повітря (тому у відповідній секції охолоджувальної ванни 2 відбувається охолодження водою екструдованого матеріалу 1).

Залежно від вмісту газу в газорідинній суміші можна регулювати коефіцієнт теплопередачі i , створити сприятливі умови охолодження екструдованого матеріалу 1 відповідно до його властивостей. Вміст газу в газорідинній суміші може регулюватися однаково по довжині охолоджуючої ванни 2 та окремих її секцій, довжина яких залежить від конструкції барботеру (або барботерів) 6.

Запропонований спосіб забезпечує ефективне охолодження різноманітних матеріалів і виробів, отриманих екструзією, що значно розширює технологічні можливості способу.

У [3] розглянуто пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера, що відрізняється тим, що міжтрубний простір на одному кінці труби закрито пробкою. Пробка встановлена на зовнішній трубі, уздовж якої знаходяться отвори, зовнішня труба з обох боків пробки оснащена гнучкими оболонками із затискачами на кінцях, а в пробці від торцевих поверхонь до внутрішньої поверхні виконано отвори.

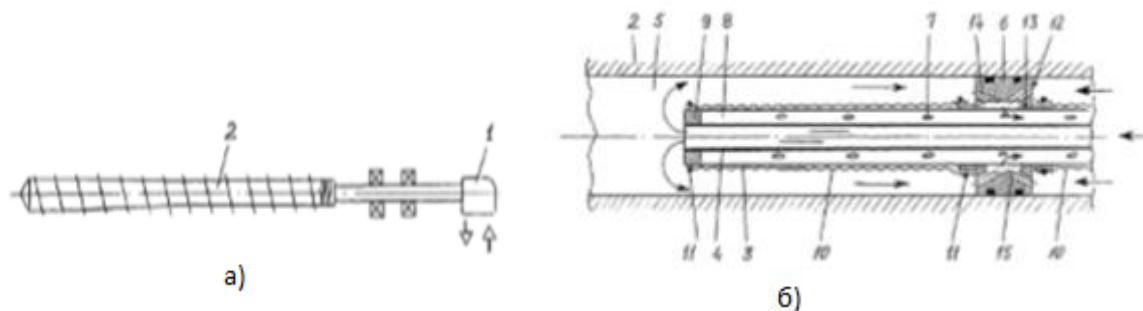


Рис. 4.3 – а) черв'як з вузлом для забезпечення циркуляції теплоносія; б) поздовжній розріз пристрою

Виконання пристрою пропонує можливість переміщення пробки по зовнішній трубі, тим самим регулюючи довжину обох ділянок термічної стабілізації черв'яка, тому обидві труби залишаються нерухомими. Під час роботи екструдера два потоки теплоносія переміщуються назустріч один одному по кільцевому простору між зовнішньою трубою пристрою й стінкою порожнини, потрапляють у отвори пробки, потім у отвори зовнішньої труби та крізь міжтрубний простір видаляється з черв'яка. У цьому випадку гнучкі оболонки, що охоплюють зовнішню трубу, унеможливають з'єднання просторів з обох боків зовнішньої труби через її отвори.

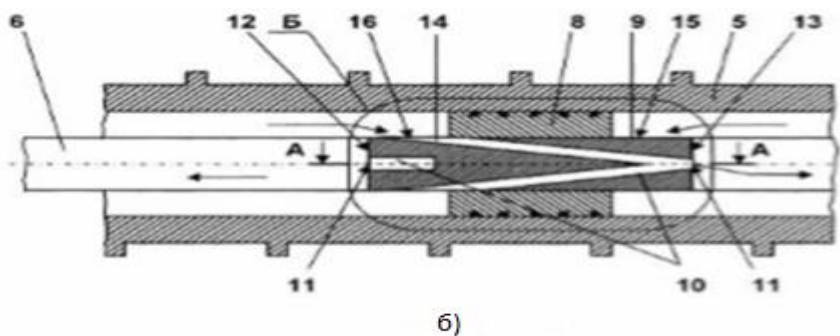
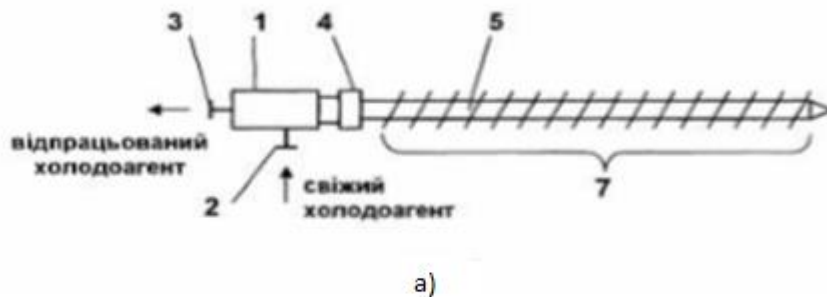
Залежно від технологічного режиму процесу перероблення пробку 6 розміщують в бажане положення по довжині труби, але так, щоб наскрізні отвори 14 пробки 6 і отвори 7 зовнішньої труби 3 були з'єднані, після чого положення пробки 6 закріплюють, наприклад шпильками. Цьому з'єднанню між отворами 7 і 14 сприяє кільцева канавка 15. Одночасно регулюють довжину і гнучких оболонок 10, яку закріплюють пружинними кільцями 11.

Під час роботи екструдера два потоки теплоносія через вузол 1 спрямовуються у внутрішню трубу 4 та у простір між зовнішньою трубою 3 і стінкою порожнини 5 черв'яка 2. Після виходу із внутрішньої труби 4 теплоносій через кришку 9 надходить в простір між зовнішньою трубою 3 і стінкою порожнини 5 черв'яка 2 (Рис. 4.3.б). Обидва потоки, які забезпечують бажану температуру у

відповідній секції черв'яка 2, на протилежних сторонах пробки 6 завдяки наявності гнучких оболонок 10 потрапляють у отвори 14 пробки 6, потім в отвори 7 зовнішньої труби 3 і через міжтрубний простір пристрою видаляються за межі черв'яка 2.

Запропонована корисна модель розширює технологічні можливості черв'яка і є легкою у виробництві та експлуатації.

У [4] запропоновано вузол охолодження обладнання, суть якого полягає в тому, що він містить корпус з патрубками для підведення й відведення холодоагенту, наконечник для закріплення на обертовому робочому органі, а також трубу для розміщення в порожнині охолоджувальної частини робочого органу, який відрізняється тим, що на трубі за охолоджувальною частиною робочого органу закріплено ущільнювальне кільце, а всередині труби встановлена циліндрична пробка з щонайменше двома каналами, один вихід з яких виконаний на протилежних кінцях, а другий на його зовнішній поверхні на різних частинах ущільнювального кільця, при цьому через стінку труби з другого виходу цих каналів виконано отвори.



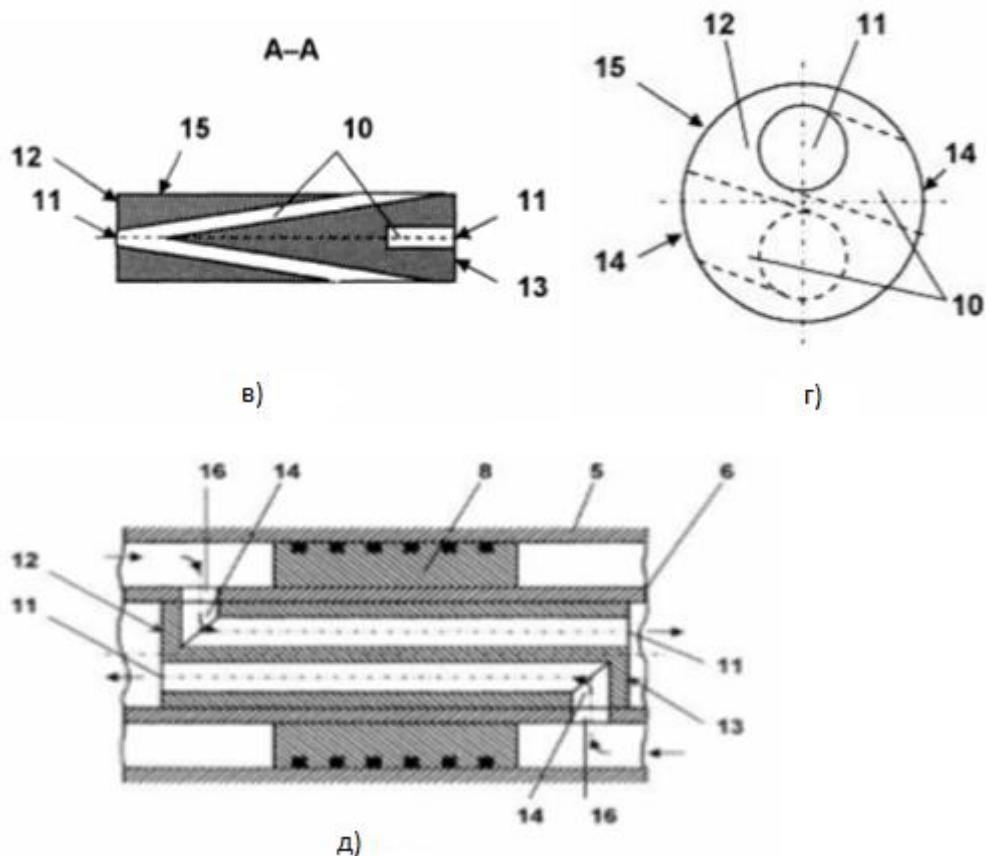


Рис. 4.4 – а) загальний вигляд вузла; б) поздовжній розріз вузла; в) розріз А-А на б); г) циліндрична заглушка; д) - виконання двох ступінчастих каналів

Під час обертання робочого органу 5 обладнання холодоагент потрапляє у патрубок 2 корпуса 1, потрапляє в трубу 6, виходить з неї і по кільцевому простору між зовнішньою поверхнею труби 6 і порожниною робочого органу 5 повертається в корпус 1 і через патрубок 3 його видаляють за межі вузла.

Після охолодження робочого органу 5 холодоагент із міжтрубного простору надходить у трубу, а свіжий холодоагент із міжтрубного простору з цього місця надходить у простір труби (Рис. 4.4.б, д). Це запобігає нагріванню робочого органу поза межами його охолоджуваної ділянки, тим самим зменшуючи втрати тепла та нагрівання підшипників робочого органу.

У [5] запропонована система охолодження черв'яка екструдера, яка містить порожнистий вал, в якому послідовно розташовані хвостовик, споряджена

гвинтовою нарізкою ділянка, наконечник, а також трубу, розміщену в порожнині вала для подачі охолоджувальної рідини, новим є те, що в порожнині вала розміщено трубу для відведення охолоджувальної рідини, тому труби для підведення й відведення охолоджувальної рідини виконуються перфорованими.

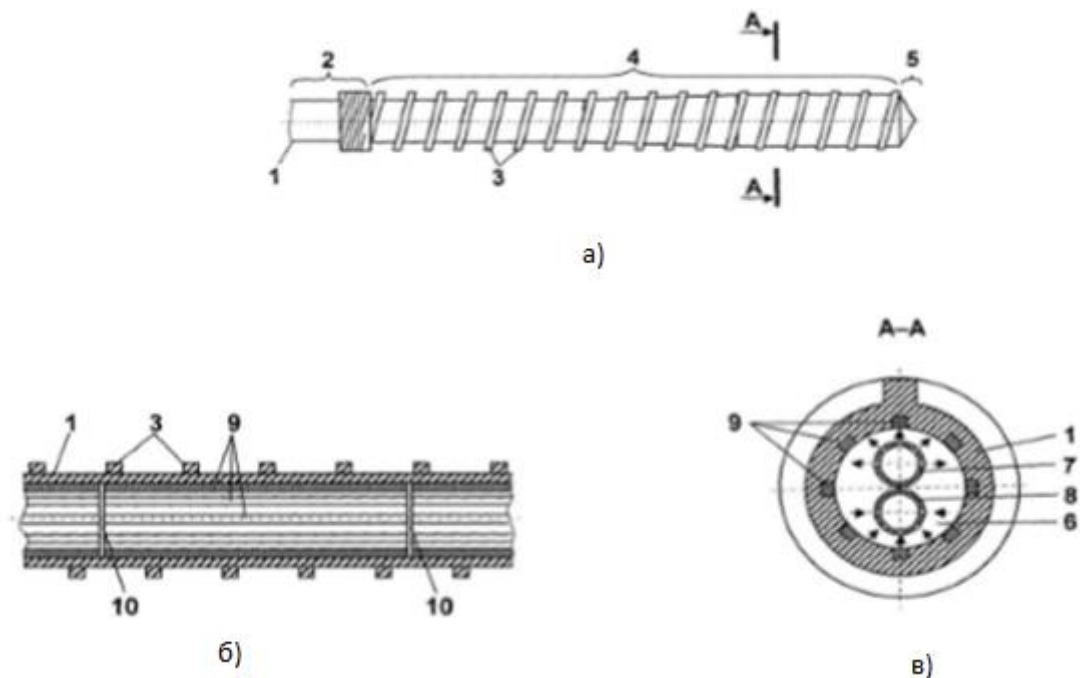


Рис. 4.5 – а) загальний вигляд черв'яка; б) поздовжній розтин черв'яка; в) розтин за А-А на а)

Оснащення порожнини вала трубою для відведення охолоджувальної рідини, а також виготовлення обох труб перфорованими для підведення й відведення охолоджувальної рідини забезпечує підведення свіжої охолоджувальної рідини по всій довжині порожнини черв'яка і своєчасне видалення відпрацьованої підігрітої води з поверхні порожнини черв'яка.

Оснащення поверхні порожнини вала поздовжніми прорізами із зазначеним розміщенням у них заповнювачем збільшує інтенсифікацію процесу охолодження, а виконання в заповнювачі по довжині поздовжньої щілини значно знижує тепловіддачу вздовж черв'яка, що забезпечує ефективне охолодження окремих деталей черв'яка.

Термопластичний матеріал, який перероблюється, послідовно просувається нарізкою 3 від хвостовика 2 до наконечника 5, поступово нагріваючись та ущільнюючись. Одночасно відбувається поступове плавлення перероблюваного матеріалу, його перемішування та гомогенізація. Щоб забезпечити просування матеріалу вздовж осі черв'яка, а також підтримання потрібної температури матеріалу, черв'як охолоджують. Для цього в трубу 7 подають охолоджувальну рідину, яка виходить через отвори її перфорації (Рис. 4.5.в) і після охолодження поверхні порожнини 6 вала 1 надходить в трубу 8 і видаляється за межі черв'яка з хвостовика 2.

Завдяки заповнювачу 9 у поздовжніх прорізах валу 1, а також зроблених в ньому зазорів 10, процес теплообміну значно інтенсифікується, що сприяє зменшенню витрати охолоджувальної води.

Запропонована корисна модель значно підвищує рівномірність, інтенсивність та ефективність охолодження черв'яка.

У [6] представлений черв'ячний екструдер, суть якого полягає в тому, що він містить бункер й корпус, послідовно з'єднані за допомогою фланцевого з'єднання, а також розміщений у їх порожнинах з можливістю обертання черв'як, одночасно бункер обладнаний двома секціями рідинного охолодження із з'єднаннями для підключення до зовнішніх магістралей підведення й відведення рідкого холодоагенту, нове те, що один із з'єднань однієї секції рідинного охолодження бункера з'єднаний із зовнішньою магістраллю подачі рідкого холодоагенту, а до зовнішньої магістралі відведення рідкого холодоагенту - один із з'єднань іншої секції, при цьому інші з'єднання секцій сполучено між собою.

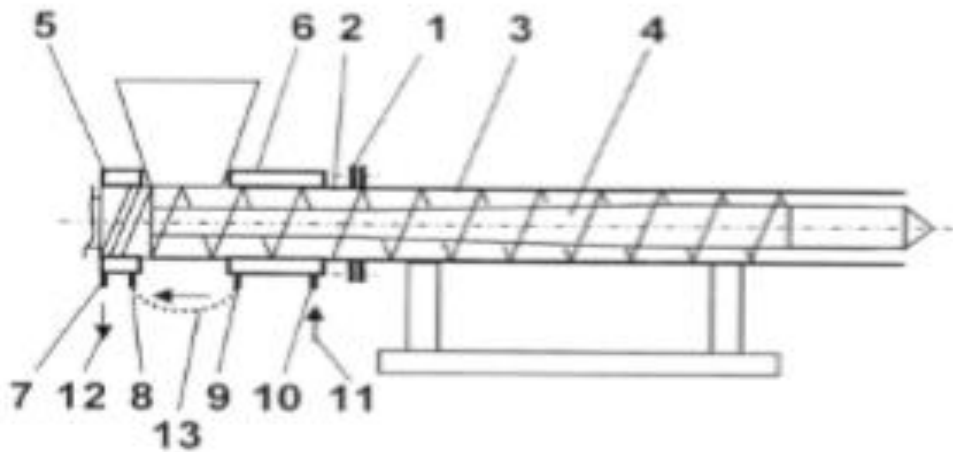


Рис. 4.5 - принципова схема черв'ячного екструдера

Конструкція екструдера забезпечує наявність лише двох магістралей рідкого холодоагенту, а також послідовне переміщення рідкого холодоагенту через обидві секції рідинного охолодження бункера, що значно спрощує конструкцію та експлуатацію екструдера.

Оброблюваний матеріал вводиться в горловину бункера 2, де він захоплюється черв'яком 4 і потім транспортується до корпусу 3. Під час проходження матеріалом каналу бункера 2, він інтенсивно охолоджується рідким холодоагентом, який із зовнішньої магістралі підведення рідкого холодоагенту 11 потрапляє у штуцер 10 секції 6, проходить її, потім через штуцер 9, шланг 13 і штуцер 8 надходить в секцію 5 і після проходження, через штуцер 7 видаляється в зовнішню магістраль відведення рідкого холодоагенту 12.

Використання запропонованої корисної моделі спрощує виготовлення та експлуатацію екструдера.

4.2 Обґрунтування обраної модернізації

Обраним технічним рішенням [3] є пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера, що включає вузол підведення теплоносія до черв'яка, дві коаксіальні труби, розміщені в порожнині черв'яка, та пробку, встановлену на одній з труб з можливістю осьового руху. Цей пристрій забезпечує можливість стабілізації або регулювання температури в двох секціях черв'яка вздовж своєї осі, в той час як, завдяки можливості осьового руху труб забезпечується регулювання довжини обох секцій.

Обраним технічним рішенням [1] є черв'як екструдера, що містить порожнистий вал, обладнаний гвинтовою нарізкою. Цей черв'як забезпечує здатність стабілізувати або регулювати температуру його робочої поверхні, циркуляцією в порожнині вала рідкого теплоносія.

Завдяки впровадженню технічних рішень [3] та [1], відповідно, досягається необхідність створення єдиного вузла підведення (і відведення) теплоносія для обох ділянок термостабілізації черв'яка; забезпечення надійної термостабілізації робочої поверхні черв'яка.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

5 Охорона праці

Охорона праці вивчає можливі причини нещасних випадків на виробництві, професійні захворювання, вибухи, пожежі, створює безпечні умови праці для людей та розробляє систему заходів щодо усунення цих причин. Безпечна конструкція електричних машин, механізмів та інших пристроїв повинна забезпечувати здоров'я та безпечний рівень роботи обслуговуючого персоналу. Закон «Про охорону праці» в Україні був прийнятий 15 жовтня 1992 року.

Закон України «Про охорону праці» встановлює пріоритет життя та здоров'я працівників, комплексне рішення програми праці, соціальний захист працівників, які постраждали внаслідок нещасних випадків.

Тема дипломного проекту: Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв'яка.

Екструдер використовується для формування пластичних матеріалів, надаючи їм форми, за допомогою продавлювання через профілювальний інструмент.

Встановлення параметрів технологічного процесу та контролю здійснює оператор. Кімната оператора управління знаходиться всередині. Розміри кімнати, площа : $S = \text{___} \text{ м}^2$, об'єм $V = \text{___} \text{ м}^3$. Створення здорових та безпечних умов праці на підприємстві вимагає якнайшвидшого виявлення шкідливих та небезпечних факторів, щоб на етапі проектування вжити заходів щодо забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Нижче розглянемо такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що впливають на оператора, який знаходиться біля пульта керування у операторській:

- повітря робочої зони;
- шум і вібрація;
- безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються;

- електробезпека;
- пожежна безпека.

5.1 Повітря робочої зони

У виробничому приміщенні працює діючий оператор. У нашому випадку, згідно ДСНЗ.3.6.042-99 діяльність оператора підлягає під категорію 1б – легка фізична робота, оскільки категорія 1б включає роботу, що виконується в сидячому або стоячому положенні або пов'язана з ходьбою і супроводжується незначним фізичним навантаженням з енерговитратами 121..150ккал/г.

Значення величин температури, відносної вологості та швидкості повітря в робочій зоні виробничого приміщення представлені в таблиці 5.1.1.

Таблиця 5.1.1

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна*	Фактична	Оптимальна*	Фактична	Оптимальна*	Фактична
Холодний період року	1б	20-23	19-21	40-60	50-60	0,1	0,1
Теплий період року	1б	22-24	22-25	40-60	50-60	0,1	0,2

Під час експлуатації лінії виводяться токсичні речовини - газ, пил із відкритих резервуарів, шляхом викиду газу через нещільність технологічного обладнання, з завантажувального бункера.

Склад повітря в робочій зоні залежить від параметрів метеорологічних умов: температури, відносної вологості та кількості шкідливих речовин, що виділяються машиною під час плавлення полімеру, який виділяє окис вуглецю, вуглеводні, органічні кислоти, альдегід та інші токсичні речовини.

Параметри повітря в робочій зоні та видалення шкідливих речовин полімерів, що виділяються при переробці, та їх знешкодження забезпечується виробником за допомогою відповідних пристроїв та засобів, передбачених для проектування виробничих приміщень.

Для безпосереднього видалення шкідливого повітря або газів з місця виникнення або виділення, під головкою черв'ячного екструдера встановлюється закрита вентиляційна кришка з фільтром продуктивністю 360 м²/год. Видалення шкідливих речовин супроводжується додатковим очищенням повітря, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

Механічна приточно витяжна вентиляція використовується в якості загально обмінної вентиляції. У цій системі повітря подається в приміщення приточною вентиляцією, а видаляється витяжною, працюючи одночасно.

5.2 Шум і вібрація

Джерелом шуму при роботі лінії є:

- Електродвигуни;
- Редуктори;
- Вентилятори;
- Система охолодження.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

У результаті вимірювань під час роботи обладнання величина шуму $L_{вдж} = 100$ дБА. Це означає прийняття таких обмежень щодо захисту від промислового шуму:

- змащування всіх поверхонь тертя, наявність облицювальних матеріалів;
- використання захисних кожухів.

Це знизить рівень шуму на $\Delta L = 30$ дБА.

Джерелами вібрації являються електродвигун та обертові частини лінії [10]. Вібрація починається з неточності встановлення обертових деталей, з нещільного з'єднання корпусів деталей, що обертаються, до фундаменту.

У цьому випадку виникає технологічна вібрація, яка проходить через опірні поверхні до оператора. Робітник трохи піддається вібрації, оскільки він знаходиться далеко від основи машини - біля пульта управління. Таким чином, загальна вібрація не впливає на організм оператора. Рівень технологічних вібрацій у виробничому приміщенні не перевищує 90 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.36.039 – 99. Зниження вібрації досягається шляхом застосування таких заходів:

- встановлення лінії на фундамент;
- за рахунок використання амортизаторів;
- завдяки додатковим ребрам жорсткості.

Загальний час роботи в контакт з вібраціями не перевищує 2/3 робочої зміни. Тривалість безперервних вібрацій не перевищує 15-20 хвилин. Таким чином обідня перерва становить не менше 40 хвилин.

Для захисту органів слуху оператора використовуються навушники під час роботи поза кабінетом оператора.

5.3 Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються

Рухомими деталями є: муфти, шестерні, вали. Ці механізми небезпечні тим, що можуть завдати механічних ушкоджень людині та спричинити смерть. Для запобігання травматизму використовують огорожі, шестерні та вали закриті корпусом. Для аварійної зупинки лінії передбаченні аварійні кнопки відключення. Аварійні вимикачі встановлюються також на електродвигуни.

Категорично забороняється експлуатувати лінію зі знятими огороженнями, з несправним або від'єднаним блокуванням. Також заборонено ремонтувати та коригувати вузли лінії під час його роботи.

5.4 Електробезпека

Агрегат буде знаходитися в сухому приміщенні з нормальною температурою і вологістю повітря. Через те, що лінія для виготовлення профілів розташована на металевому каркасі, який, в свою чергу, встановлений на бетонну станину, згідно з ПУЕ, він належить до приміщень з підвищеним ризиком ураження електричним струмом.

Для живлення установки використовується трифазна напруга $U = 220/380$ В, з частотою $f = 50$ Гц із глухо заземленою нейтраллю.

Основними причинами аварій через електрику на проєктованій ділянці є:

- помилкове вмикання установки;
- пробій на корпус;
- випадки, коли особи торкаються відкритих частин електрообладнання, що проводять електрику;

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- старіння ізоляції та втрата ізоляційних властивостей;
- контакт з частинами установки, які можуть бути під напругою в разі короткого замикання.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом на ділянці експлуатації лінії є:

- забезпечення струмоведучих частин, що знаходяться під напругою на недоступній висоті;
- подвійна ізоляція;
- використання щитків, особливих знаків небезпеки, які попереджують людину про наявність високої температури, про можливість ураження електричним струмом і т.д..

Для запобігання травматизму рекомендується дотримуватися таких заходів обережності:

- рубильники установки повинні знаходитись у спеціальній шафі;
- розмістити силові кабелі в спеціальних захисних металевих рукавах;
- забезпечити спеціальне захисне відключення установки у разі потрапляння людини під напругу;
- на панелі керування передбачити спеціальні лампи для включення установки;
- вузли установки, які можуть бути під напругою, постачаються затискачами для підключення занулення.

Забезпечення електробезпеки є дуже важливим фактором, який знижує смертність та травматизм серед обслуговуючого персоналу в промислових умовах. Ці заходи проводилися згідно ГОСТ 12.1.030 – 86.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

5.5 Пожежна безпека

У виробничому цеху, де працює лінія може спалахнути: машинне масло, електропроводка, електрообладнання.

Відповідно до ОНТП 2486, приміщення категорії В. Лінія призначена для експлуатації в зонах протипожежного захисту класу П-Па по ПУЕ. Стійкість будинку згідно СНиП 2.01.02-85 відповідає ступеню вогнестійкості II. [11]

Серед причин пожеж найбільш вірогідними є:

- несправність електрообладнання;
- струм короткого замикання та перевантаження кабелів живлення;
- загоряння ізоляції електропроводів;
- використання вогню в неналежному місці;
- пряме враження блискавкою, що може викликати пожежу та руйнувати будинки;
- іскри при електро- та газозварювальних роботах.

Запобігання можливості виникнення пожежі забезпечується такими заходами:

- додержанням технологічних норм та правил експлуатації;
- куріння лише у визначених місцях;
- своєчасне проведення інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організація агітації по протипожежному захисті;
- наявність засобів для організації, зокрема, електричної пожежної сигналізації та засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність вогнегасників у безпосередній близькості від установки;
- будинок встановлюється на відстані не менше 10 метрів від сусіднього будинку та 20 метрів від складів;
- на будинку встановлені відводи блискавок сітчастого виду.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як засіб гасіння пожеж використовуються порошкові вогнегасники САМ – 9 (5 шт.). Для гасіння включених електричних мереж приймаємо порошкові вогнегасники ОП-10 (10 шт.). [11]

На верхній сферичній частині кожного балона повинні бути чітко позначені наступні дані:

- марка виробника;
- номер балона відповідно до системи нумерації виробника;
- дата виготовлення (випробування) та рік наступного випробування;
- тип термічної обробки;
- робочий тиск і гідравлічний випробувальний тиск;
- об'єм балона;
- маса балона;
- марка ОТК.

На момент пожежі працює пожежна сигналізація - теплові попереджувальні пристрої. Інформація від оповіщувачів надходить до приймальної станції. У разі пожежі люди повинні вийти з приміщення. Згідно з СН.П 2.09.02-85 у приміщенні є два еваковиходи. Сам цех – це приміщення, розташоване на першому поверсі.

Ширина прорізу дверей еваковиходу - 2 метри. Двері відкриваються назовні (СНиП 2.09.02-85).

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

6 Очікувані механіко-економічні показники

Аналіз технічної літератури щодо конструкції черв'ячного преса виявив такі недоліки, як складність його конструкції, оскільки передбачається наявність зведеного вузла підведення (і відведення) теплоносія на обох кінцях черв'яка; в умовах зі значним діаметром черв'яка та його виконання з корозієстійкої сталі умови термічної стабілізації його робочої поверхні значно погіршуються, що знижує ефективність екструдера в цілому.

Для усунення цих недоліків у дипломному проекті було проведено літературно-патентний огляд та обрано варіант модернізації черв'яка.

Завдяки запропонованому пристрою патенту [3] забезпечується можливість стабілізувати або регулювати температуру в двох секціях черв'яка вздовж своєї осі, в той час як, завдяки можливості осьового руху труб забезпечується регулювання довжини обох секцій. Це пояснюється тим, що запропонована модернізація включає в себе вузол підведення теплоносія до черв'яка, дві коаксіальні труби, розташовані в порожнині черв'яка, та пробку, встановлену на одній із труб з можливістю осьового руху. Тому технічне рішення, вибране для модернізації екструдера, дозволяє реалізувати необхідність створення єдиного вузла підведення (і відведення) теплоносія для обох ділянок термостабілізації черв'яка.

Отже, можна зробити висновок, що модернізація, представлена в роботі, є доцільною та виправданою.

					ЛП61(1).009.007.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Розроблений бакалаврський дипломний проект на тему: “Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв’яка”.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки і графічної частини, які повністю висвітлюють суть модернізації екструдера.

У рамках цього проекту були виконані наступні роботи:

- описана технологічна лінія для виготовлення трубоподібних профілів;
- розглянуто базову конструкцію, її основні частини та принцип дії;
- визначено переваги та недоліки базової конструкції;
- проведено літературно-патентний пошук;
- для модернізації базової машини було обрано рішення, спрямоване на необхідність створення єдиного вузла підведення (і відведення) теплоносія для обох ділянок термостабілізації черв'яка [3];
- розглянуто небезпечні виробничі ситуації та розроблено заходи щодо їх уникнення;
- були проведені розрахунки працездатності машини, які довели, що даний екструдер придатний для роботи в заданих умовах і може витримувати прикладені навантаження.

РОЗРАХУНКИ

ЗМІСТ

1. Параметричний розрахунок черв'ячного екструдера.....	2
1.1. Розрахунок геометричних параметрів черв'яка.....	2
2. Кінематичний розрахунок черв'ячного екструдера.....	5
2.1. Розрахунок продуктивності екструдера ЧП-90.....	5
2.2. Розрахунок потужності приводу екструдера ЧП-90.....	6
3. Міцнісний розрахунок черв'яка.....	9
4. Розрахунок черв'яка на жорсткість.....	12
5. Розрахунок черв'яка на витривалість.....	14
6. Тепловий розрахунок.....	15
Висновки.....	20
Література.....	21

					ЛП61(1).009.007.РР			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв'яка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Кункова В.О.						
Перевір.		Панов Є.М.					1	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
Н. Контр.								
Затверд.		Гондляр О.В.						

1 Параметричний розрахунок черв'ячного екструдера

1.1 Розрахунок геометричних параметрів черв'яка

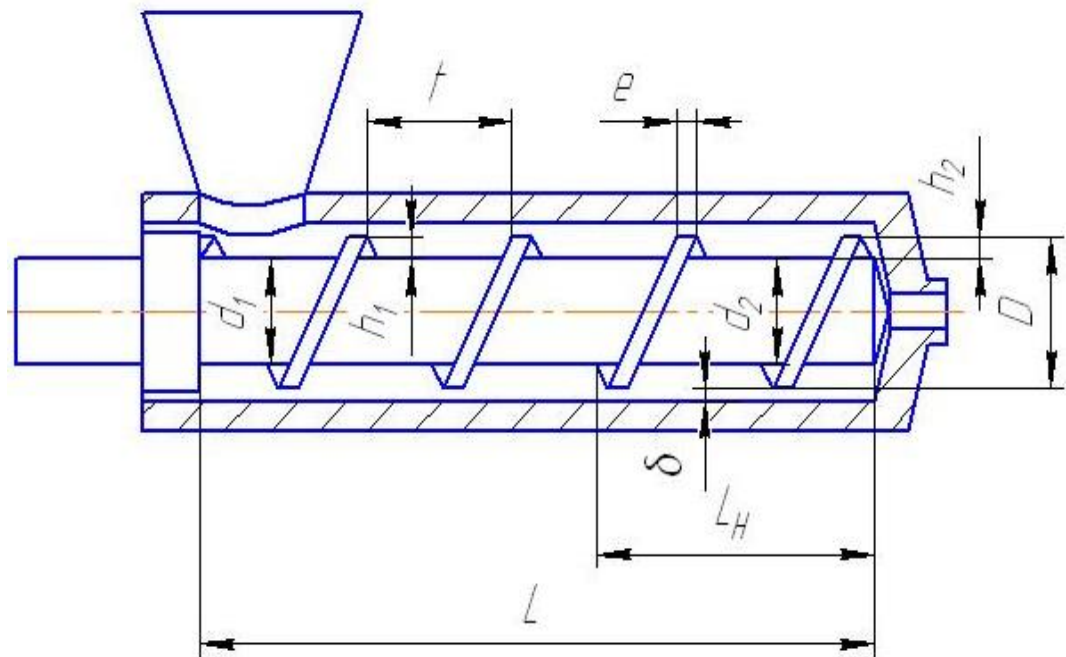


Рис.1.1- Схема черв'ячного преса

Вихідні дані: діаметр черв'яка $D=90$ мм, загальна довжина черв'яка $30D$, крок нарізки черв'яка $t=90$ мм, матеріал що перероблюється – поліетилен низької густини.

Проводимо розрахунок геометрії черв'яка згідно з [1]:

Загальна довжина черв'яка:

$$l_p = D \cdot (l_p/D) = 90 \cdot 30 = 2700 \text{ мм.}$$

Довжина зони дозування l_d :

$$l_d = 0.4 \div 0.6 l_p = 0,48 \cdot 2700 = 1300 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження l_z :

$$l_3 = 0.25 \div 0.35 l_p = 0,25 \cdot 2700 = 575 \text{ мм.}$$

Довжина зони пластикації, $l_p > 0.2 l_p$:

$$l_p = l_p - l_d - l_3 = 2700 - 1300 - 575 = 625 \text{ мм.}$$

$$625 > 0,2 \cdot 2700 = 540 \text{ мм. - умова виконується}$$

Крок нарізки витків t (в середньому $t = D$):

$$t = 0.8 \div 1.2 D = 1 \cdot 90 = 90 \text{ мм.}$$

Ширина витка e :

$$e = 0.08 \div 0.12 D = 0.08 \cdot 90 = 7.2 \text{ мм.}$$

Глибина нарізки в зоні завантаження h_1 :

$$h_1 = 0.1 \div 0.14 D = 0,10 \cdot 90 = 9 \text{ мм.}$$

Діаметр сердечника черв'яка в зоні завантаження d_1 :

$$d_1 = D - 2 h_1 = 90 - 2 \cdot 9 = 72 \text{ мм.}$$

Глибина нарізки в зоні дозування h_2 :

$$h_2 = 0,5 \cdot \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot h_1}{i} (D - h_1)} \right] = 0,5 \cdot \left[90 - \sqrt{90^2 - \frac{4 \cdot 9}{2,5} (90 - 9)} \right] =$$

$$= 3 \text{ мм,}$$

де i – коефіцієнт стиснення, рівний 2 - 3 для різних матеріалів. Приймаємо $i=2,5$.

Діаметр сердечника черв'яка в зоні дозування d_2 :

$$d_2 = D - 2 h_2 = 90 - 2 \cdot 3 = 84 \text{ мм.}$$

Зазор між гребенем черв'яка і внутрішньою поверхнею корпусу δ :

					ЛП61(1).009.007.РВ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			3

$$0.1 \text{ мм} < \delta < 0.3 \text{ мм}$$

$$\delta = 0.002 \div 0.003 D = 0,0025 \cdot 90 = 0,225 \text{ мм.}$$

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Кінематичний розрахунок черв'ячного екструдера

2.1 Розрахунок продуктивності екструдера ЧП-90

Продуктивність лінії для виробництва профілів з поліетилену визначається насамперед продуктивністю черв'ячного преса, тобто його пластифікуючою спроможністю. Тому необхідно визначити масову продуктивність черв'ячного преса. Продуктивність знаходимо за формулою:

$$Q_v = \frac{\alpha \cdot K}{K + \beta_1 + \gamma_1} \cdot n,$$

де K – коефіцієнт геометричної форми головки екструдера (приймаємо 2,4 мм³),

α – коефіцієнт прямого потоку розплаву у каналі черв'яка,

β – коефіцієнт зворотнього потоку розплаву у каналі черв'яка,

γ – коефіцієнт потоку втрат крізь зазор між корпусом преса та гребнями черв'яка,

n – частота обертів черв'яка.

Кут нахилу лінії нарізки:

$$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi \cdot D} = \arctg \frac{90}{3,14 \cdot 90} = 17^\circ 13'$$

Коефіцієнт прямого потоку розплаву у каналі черв'яка:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\pi \cdot D \cdot h_2 \cdot (t - e) \cos^2 \varphi}{2} = \\ &= \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 3 \cdot (90 - 7,2) \cos^2 17^\circ 13'}{2} = 31886,38 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

Коефіцієнт зворотного потоку розплаву у каналі черв'яка:

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

$$\beta = \frac{h_2^3 \cdot (t - e) \sin 2\varphi}{24 \cdot l_0} = \frac{3^3(90 - 7,2) \sin 2 \cdot 17^\circ 13'}{24 \cdot 1350} = 0,039794 \text{ мм}^3$$

Коефіцієнт потоку втрат крізь зазор між корпусом преса та гребнями черв'яка:

$$\gamma = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot \delta^3 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \varphi}{10 \cdot e \cdot l_0} = \frac{3,14^2 \cdot 90^2 \cdot 0,225^3 \cdot 0,3186 \cdot 0,3035}{10 \cdot 7,2 \cdot 1350} = 0,000899 \text{ мм}^3$$

Об'ємна секундна продуктивність:

$$Q = \frac{\alpha \cdot K_{\text{заг}} \cdot n}{K_{\text{заг}} + \beta + \gamma} = \frac{31886,38 \cdot 2,4 \cdot 1}{2,4 + 0,039794 + 0,000899} = 31356 \text{ мм}^3/\text{с}$$

Де $n=1$ об/с - оберти черв'яка за секунду.

Масова продуктивність лінії:

$$П = 3600 \cdot Q \cdot \rho = (3600 \cdot 31356 \cdot 930)/10^9 = 105 \text{ кг/год}$$

Прийняті геометричні параметри черв'яка забезпечують необхідну пластикаційну продуктивність.

2.2 Розрахунок потужності приводу екструдера ЧП-90

Мета розрахунку: визначити потужність, що витрачається на переробку поліетилену.

У формули для потужності підставляємо розміри в мм, α , β , γ в мм^3 , перепад тиску в МПа, число обертів - за хвилину.

Потужність, споживана в гвинтовому каналі:

$$I = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4 \cdot t^2}{\pi^2} + \frac{\pi^2 \cdot D^5}{t^2 + \pi^2 \cdot D^2} = \frac{3,14^2 \cdot 90^2 - 4 \cdot 90^2}{3,14^2} + \frac{3,14^2 \cdot 90^5}{90^2 + 3,14^2 \cdot 90^2} = 666686 \text{ мм}^2$$

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

$$N_1 = \frac{\pi^3 \cdot (t - e) \cdot l_d \cdot I \cdot \mu_k \cdot n^2}{136 \cdot t} 10^{-13} + \frac{\alpha \cdot \Delta P \cdot n}{6} 10^{-5} =$$

$$= \frac{3,14^3 \cdot (90 - 7,2) \cdot 1035 \cdot 666686 \cdot 825 \cdot 90^2}{136 \cdot 90} 10^{-13} +$$

$$+ \frac{31865,15 \cdot 19,53 \cdot 90}{6} 10^{-5} = 12,34 \text{ кВт}$$

$$\gamma_k = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{60 h_2 \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + 2 \cdot t^2}} = \frac{3,14^2 \cdot 90^2 \cdot 90}{60 \cdot 3 \sqrt{3,14^2 \cdot 90^2 + 2 \cdot 90^2}} = 160$$

при $\gamma_k = 160$, $\mu_k = 825$.

Потужність, споживана в зазорі між гребенем і корпусом:

$$N_2 = \frac{\pi^3 \cdot D^3 \cdot e \cdot l_d \cdot \mu_3 \cdot n^2}{136 \cdot \delta \cdot t} 10^{-13} =$$

$$= \frac{3,14^3 \cdot 90^3 \cdot 0,96 \cdot 1035 \cdot 186 \cdot 90^2}{136 \cdot 0,225 \cdot 90} 10^{-13} = 14,42$$

$$\gamma_3 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot n} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 90}{60 \cdot 0,225} = 1184$$

Потужність, споживана в зоні дозування:

$$N_d = N_1 + N_2 = 12,34 + 14,42 = 26,76 \text{ кВт}$$

Потужність, споживана черв'яком:

$$N_r \approx 2N_d = 2 \cdot 26,76 = 52 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна:

ККД приводу приймаємо $\eta = 0.7 \div 0.8$.

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_r}{\eta} = \frac{52}{0,8} = 65 \text{ кВт}$$

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Міцнісний розрахунок черв'яка

Розрахунок черв'яка на міцність – перевірка спроектованих на підставі попередніх розрахунків розмірів черв'яка.

Вихідні дані: матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА, границя текучості при робочій температурі черв'яка $[\sigma_T] = 700$ МПа, діаметр черв'яка 90 мм .

Полярний момент інерції:

$$I = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} (1 - \alpha_1^4) = \frac{3,14 \cdot (90)^4}{64} (1 - 0,36) = 0,816 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4,$$

Де α_1 – відношення діаметра стрижня черв'яка і внутрішнього охолоджувального каналу в небезпечному перерізі, $\alpha = \frac{d}{D} = \frac{0,04}{0,110} = 0,36$.

Розрахункова схема черв'яка зображена на рис. 3.1.

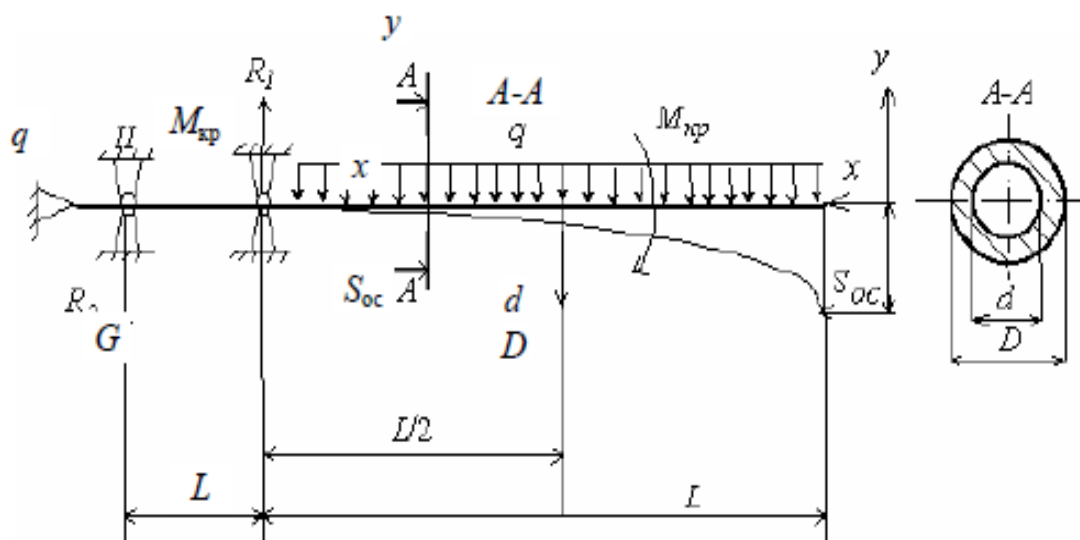


Рис. 3.1. Розрахункова схема навантаження шнеку і його опор

Площа небезпечного перерізу:

$$F_{\text{нер}} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,09^2}{4} = 0,012 \text{ м}^2;$$

Радіус інерції:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F_{\text{нер}}}} = \sqrt{\frac{0,816 \cdot 10^{-5}}{0,012}} = 0,026 \text{ м};$$

Ступінь твердості черв'яка:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l_p}{i} = \frac{2 \cdot 3,585}{0,026} = 275;$$

Де μ – коефіцієнт способу закладення, $\mu=2$.

Оскільки $\lambda=275$, то черв'як вважається довгим і розраховується на твердість.

Осьовий момент опору:

$$W = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,09^3}{32} = 19 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3;$$

Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W} = \frac{46800}{19 \cdot 10^{-5}} = 246 \text{ МПа},$$

$$M_{\text{кр}} = 975 \frac{N_{\text{дв}}}{n} \eta_{\text{нр}} = 975 \frac{75}{1500} 0,8 = 46,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Осьова сила:

$$P_{\text{ос}} = \frac{M_{\text{кр}} \operatorname{tg} \varphi}{0,5D} = \frac{46,8 \cdot 0,34}{0,5 \cdot 0,09} = 254,6 \text{ кН}$$

Напруга стиску:

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{oc}}{F} + \frac{M_{32}}{W} = \frac{254,6}{0,012} + \frac{46,8}{19 \cdot 10^{-5}} = 21,2 МПа;$$

Результати напруги по III-й теорії міцності:

$$\sigma_{III} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{21,2^2 + 4 \cdot 246^2} = 492 МПа;$$

Запас міцності:

$$n = [\sigma_T] / \sigma_{III} = 850 / 492 = 1,7$$

Запас міцності забезпечить надійність роботи машини.

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

4 Розрахунок черв'яка на жорсткість

На ряду з умовами міцності важливим є забезпечення умов жорсткості – максимальний угин черв'яка повинен бути меншим конструкційного зазору $\delta \geq \delta_k$.

Вихідні дані: Матеріал черв'яка сталь 40Х, діаметр черв'яка $d=90\text{мм}$, зазор між корпусом і черв'яком:

$$\delta = (0,002...0,005)D = 0,003 \cdot 90 = 0,275\text{мм},$$

де E -модуль пружності, $E=2 \cdot 10^5$ МПа.

Розрахункова схема черв'яка зображена на мал. 3.1. Максимальний прогин дорівнює:

$$\delta = \frac{1}{EI} \left[\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k l_p) \right];$$

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}} = \sqrt{\frac{254600}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}}} = 0,3;$$

$$A = \frac{q \left[l_p - \frac{1}{k} \sin(k l_p) \right]}{k \cdot \cos(k l_p)} = \frac{274 \cdot \left[3,585 - \frac{1}{0,3} \sin(3,585 \cdot 0,3) \right]}{0,3 \cdot \cos(0,3 \cdot 3,585)} = 3249;$$

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Максимальний прогин дорівнює:

$$\delta_{\kappa} = \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}} \left[\frac{274}{0,3^2} \left(\frac{1}{0,3^2} + \frac{3,585}{2} \right) - \frac{1}{0,3} \left(\frac{274}{0,3^2} + 3249 \cdot 3,585 \right) \cdot \cos(0,3 \cdot 3,585) - \frac{1}{0,3^2} \left(\frac{274 \cdot 3,585}{0,3} - 3249 \right) \cdot \sin(0,3 \cdot 3,585) \right] = 0,00167 \text{ мм};$$

$\delta > \delta_k$ тобто прогин в межах допустимого .

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

5 Розрахунок черв'яка на витривалість

Оскільки черв'як витримує загальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, доцільна його перевірка на витривалість.

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(k_{\sigma})_d \sigma_a + \psi_{\sigma} \sigma_c} = \frac{340}{1.4 * 0.3} = 805,$$

де n_{σ} – коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження;

σ_{-1} – допустиме напруження під час циклічного навантаження ($\sigma_{-1}=0,4 \sigma_B$);

σ_a – амплітуда змінювання напружень, у цьому випадку вони змінюються від плюс σ_{max} до мінус σ_{max} ;

σ_{max} – найбільше напруження від дії згинального моменту; $\sigma_{max} = M_{max} / W_x$;

σ_c – середнє напруження циклу, $\sigma_c=0$, оскільки цикл симетричний;

ψ_{σ} – коефіцієнт, який залежить від виду матеріалу, для сталей з $\sigma_B=1200...1400$ МПа $\psi_{\sigma}=0,25$;

$(k_{\sigma})_d$ ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти із формули:

$$(k_{\sigma})_d = k_{\sigma} / (\beta \varepsilon) = 2 / (1 \cdot 0,3) = 6,6,$$

де k_{σ} – коефіцієнт концентрації напружень, для цього випадку $k_{\sigma}=1,9...2$;
 β – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі, для полірованої поверхні черв'яка $\beta=1$; ε – коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі, для деталей з легуваних сталей за наявності концентрації напружень $\varepsilon=0,3$.

Таким чином, черв'як є витривалим.

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

6 Тепловий розрахунок

Мета розрахунку: визначити кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Вихідні дані:

Потужність, встановлена електродвигуном, N , кВт	75;
Продуктивність поліетилену, G_M , кг/с	0,028;
Початкова температура матеріалу, T_{II} , К,	293;
Кінцева температура матеріалу, T , К	453;
Температура поверхні кожуха, $T_{кож}$, К	318;
Температура повітря, T_B , К	293;
Ширина теплообмінної поверхні, B , м	0,23;
Довжина теплообмінної поверхні, L , м	1,382;
К.к.д. приводу преса, η_1	0,6;
К.к.д. електродвигуна, η_2	

0,9.

Тепловий баланс преса:

$$Q_N + Q_{Q_1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_{кож} - T_1) + Q_{втр} ,$$

де Q_N – кількість тепла, яке виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_N = 860 N \eta_1 \eta_2 = 860 \cdot 75 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 71996 \text{ кДж} / \text{год} = 19,99 \text{ кДж} / \text{с},$$

$Q_{\text{втр}}$ – втрати тепла в оточуюче середовище:

$$Q_{\text{втр}} = Q_K + Q_{\text{випр}} = (129,4 + 54,3) \cdot 10^3 = 183,7 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{год} = 51,03 \text{ Дж} / \text{с},$$

Де Q_K – втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_K = \alpha_K F (T_{\text{КОЖ}} - T_B) = 3,84 \cdot 0,318 \cdot (318 - 293) = 129240 \text{ Дж} / \text{год} = 35,9 \text{ Дж} / \text{с},$$

де F – теплообмінна поверхня екструдера:

$$F = BL = 0,23 \cdot 1,382 = 0,318 \text{ м}^2.$$

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$\begin{aligned} Q_{\text{випр}} &= 4,9EF \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = \\ &= 4,9 \cdot 0,6 \cdot 0,318^2 \cdot \left(\left(\frac{306,5}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) = 54,3 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{год} = 15,08 \text{ Дж} / \text{с}; \end{aligned}$$

де E – ступінь чорноти матеріалу кожуха;

T_1 – абсолютна температура кожуха, С;

T_2 – абсолютна температура оточуючого середовища, С;

α_K – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, Дж/(м² · год · °С):

$$\alpha_K = \frac{Nu \lambda_M}{H} = \frac{38,22 \cdot 0,0023}{0,23} = 14,3 \cdot 10^3 \text{ Дж} / (\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{С}),$$

де Nu – критерій Нуссельта,

λ_M – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі.

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C(Gr Pr)_m^n = 0,54 \cdot (25,09 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 38,22,$$

де Gr – критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta B^3 g \Delta T}{\mu^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,23^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{12}}{16,48^2} \cdot (318 - 293) = 35,85 \cdot 10^6.$$

Розрахункова температура:

$$T_p = \frac{T_{кож} + T_B}{2} = \frac{318 + 293}{2} = 305,5 \text{ К.}$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі:

$\lambda_m = 9,6$ – коефіцієнт теплопровідності, Дж/(м · год · °С);

$\nu_m = 16,48 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с;

$Pr = 0,3$ – критерій Прандтля.

Добуток $Gr \cdot Pr$: $Gr Pr = (35,85 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 25,09 \cdot 10^6$.

Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$\begin{aligned} Q_{Q_1} &= G_M C_M (T_{кож} - T_{II}) + Q_{втр} - Q_N = \\ &= (100 \cdot 2,3 \cdot (453 - 293) + 183,7 - 71996) \cdot 10^3 = 36179 \text{ кДж / год} = 10,05 \text{ кВт / с} \end{aligned}$$

Отже, для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 2 індукційних нагрівників.

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Коефіцієнт потоку втрат крізь зазор між корпусом преса та гребнями черв'яка відносно діаметра

```
using System;

namespace Prog
{
    class Program
    {
        const double Pi = 3.14;
        const double e = 3.6; // ширина витка
        const double tgFi = 0.3186; // тангенс кута нахилу лінії нарізки
        const double sinFi = 0.3035; // синус кута нахилу лінії нарізки
        const double be = 0.225; //Зазор між гребенем черв'яка і внутрішньою поверхнею корпусу
        const int ld = 315; // довжина зони дозування

        static void Main(string[] args)
        {
            for (int D = 0; D < 100; D++)
            {
                double Y = (Math.Pow(Pi, 2) * Math.Pow(D, 2) * Math.Pow(be, 3) * tgFi * sinFi) / (10 * e * ld);
                Console.WriteLine(Y);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Виконали оцінення коефіцієнту потоку втрат крізь зазор між корпусом преса та гребнями черв'яка відносно діаметра, на прикладі:

$$\gamma = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot \delta^3 \cdot tg\varphi \cdot \sin\varphi}{10 \cdot e \cdot l_d},$$

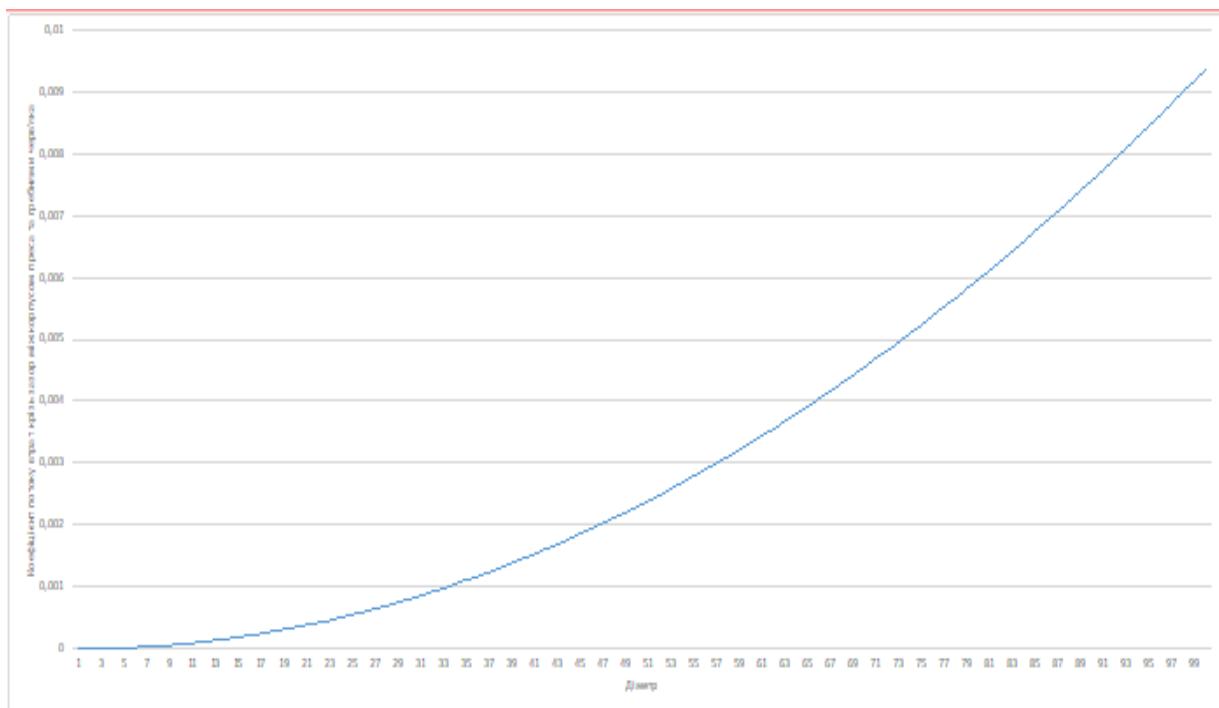
де D - діаметр черв'яка;

δ - зазор між гребенем черв'яка і внутрішньою поверхнею корпусу;

φ - кут нахилу лінії нарізки;

e - ширина витка;

l_d - довжина зони дозування.



Як бачимо, коефіцієнт змінюється не лінійно. В нашому випадку при діаметрі 90 коефіцієнт дорівнює 0,000899 МПа.

ВИСНОВКИ

В бакалаврському проекті виконано наступне: проведені розрахунки основних деталей та елементів екструдера. Також проведені розрахунки основних параметрів екструдера, які визначили геометрію черв'яка, потужність приводу та продуктивність машини. Розрахунки: кінематичні і міцнісні, що забезпечують ефективність і надійність конструкції.

Результати підтвердили міцність, жорсткість та витривалість основного робочого органу екструдера – черв'яка.

Таким чином, працездатність модернізованого обладнання підтверджується.

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗМІСТ

1. Технологія виготовлення деталі.....	2
1.1. Опис та призначення деталі.....	2
1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі.....	4
1.3. Технологічний процес виготовлення деталі (МК, КЕ,ОК).....	5
2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції.....	6
2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії.....	7
2.2. Розрахунок сил закріплення деталі.....	7
Висновки.....	10
Література.....	11

					ЛП61(1).009.007.ТЕ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Агрегат для виробництва профілів з модернізацією вузла терморегулювання черв'яка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Кункова В.О.						
Перевір.		Бонішук С.О.					1	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
Н. Контр.								
Затверд.		Гондляр О.В.						

1 Технологія виготовлення клапану

1.1 Опис та призначення клапану

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – клапана та вибір пристосування для однієї з операцій виготовлення деталі.

У процесі виконання роботи вирішуються такі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі «клапан», що включає вибір способу отримання деталі, вибір обладнання та інструментів для кожної операції.

Клапан належить до класу круглих стержнів і може експлуатуватися як підшипник ковзання або кришка.

Клапан виготовляється зі сталі 40Х, яка використовується в промисловості для виготовлення наступних деталей: втулки, шестерні, обойми, гільзи, диски, плунжери, важелі та інших деталей, що вимагають високої поверхневої твердості при невисокій міцності серцевини та деталі, що працюють в умовах зносу при терті. Матеріал має такий хімічний склад та фізико–механічні властивості:

Химический состав в % материала Сталь 40Х
ГОСТ 4543 - 71

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.17 - 0.23	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.7 - 1	до 0.3

Технологические свойства материала Сталь 40Х

Свариваемость:	без ограничений.
Флокеночувствительность:	малочувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

Механические свойства при T=20°C материала Сталь 40X

Сортамент	Размер	Напр.	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Трубы, ГОСТ 8731-87			431		16			
Прутки, ГОСТ 4543-71	Ø 15		780	635	11	40	590	Закалка и отпуск

Твердость 40X после отжига ,	ГОСТ 4543-71	HB 10 ⁻¹ = 179 МПа
Твердость 40X нагартованного ,	ГОСТ 4543-71	HB 10 ⁻¹ = 229 МПа
Твердость 40X , Прутки горячекатан.	ГОСТ 10702-78	HB 10 ⁻¹ = 163 МПа

Физические свойства материала Сталь 40X

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)
20	2.16		42	7830	
100	2.13	10.5	42	7810	496
200	1.98	11.6	41	7780	508
300	1.93	12.4	40		525
400	1.81	13.1	38	7710	537
500	1.71	13.6	36		567
600	1.65	14	33	7640	588
700	1.43		32		626
800	1.33		31		706
T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C

Обозначения:

Механические свойства :

- σ_b - Предел кратковременной прочности , [МПа]
 σ_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]
 δ_5 - Относительное удлинение при разрыве , [%]
 ψ - Относительное сужение , [%]
 KCU - Ударная вязкость , [кДж / м²]
 HB - Твердость по Бринеллю , [МПа]

					ЛП61(1).009.007.ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Физические свойства :

T - Температура, при которой получены данные свойства , [Град]

E - Модуль упругости первого рода , [МПа]

α - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° - T) , [1/Град]

λ - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала) , [Вт/(м·град)]

ρ - Плотность материала , [кг/м³]

C - Удельная теплоемкость материала (диапазон 20° - T), [Дж/(кг·град)]

1.2 Вибір заготовки для виготовлення клапана

Проаналізувавши конструкцію клапана, ми робимо висновок, що дуже зручно використовувати штамповану заготовку. З усіх способів формування штампованих заготовок можна застосувати штамповку на відкритих штампах на КГШП. Цей спосіб дозволяє забезпечити кращу якість поковки.

Згідно з ГОСТ 7505-89 визначаємо:

- точність виготовлення – Т5;
- група сталі – М1;
- ступінь складності- С3;
- вихідний індекс-12.

					ЛП61(1).009.007.ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

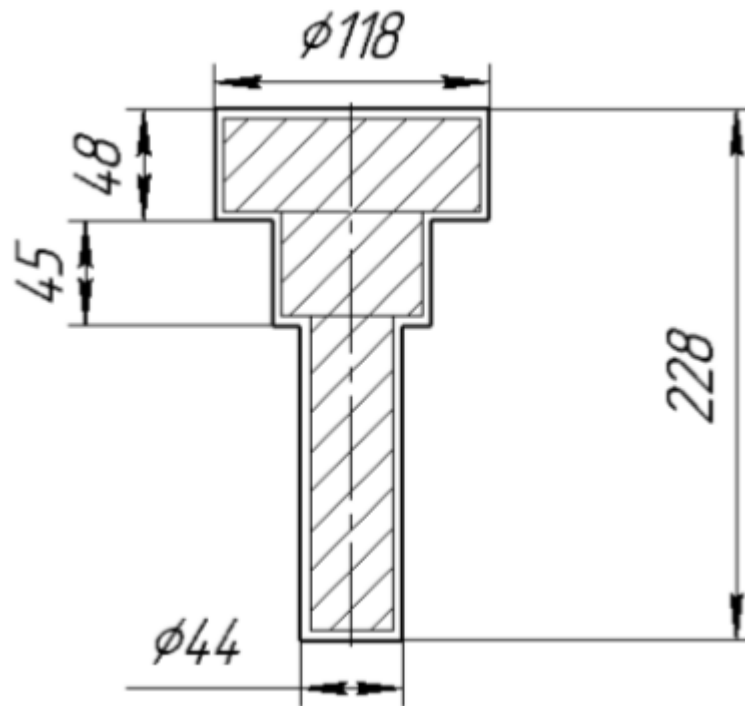


Рис. 1.1 – Заготовка деталі

1.3 Технологічний процес виготовлення клапана

Процес виготовлення клапану представлений в технологічній карті. Схема базування заготовки та тип монтажних елементів визначаються технологом.

2 Вибір та розрахунок пристосування для певної операції

Розглянемо пристосування для токарних станків, передбачаючи токарні операції.

Оскільки клапан належить до класу “круглих стержнів”, то типовий технологічний процес складається з таких етапів:

- чорнова та чистова обробка поверхні клапана;
- другорядні операції;
- підрізання торців, зняття фасок;
- свердління отворів.

					ЛП61(1).009.007.ТЕ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з вимог до якості (точності та шорсткості) оброблюваних поверхонь та типового технологічного процесу, підбирають типові схеми їх обробки:

- поверхні Ø110, Ø35 – чорнове і чистове точіння;
- конусна поверхня – чорнове та чистове точіння;
- підрізання прилеглих торців, зняття фасок 2x45.

Задовольняючись умовами даного завдання, вибираємо пристосуванням для токарного процесу виготовлення .

2.1 Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

У якості пристосування виберемо кондуктор. Кондуктор – це шаблон з відповідними отворами, який накладається на оброблювану заготовку і міцно фіксується з нею. Використовується в машинобудуванні для спрощення обробки. Деталь базується на двох пальцях обробленим внутрішнім діаметром та торцем, та при цьому один палець закріплено у корпусі кондуктора, а другий палець у рухомій кондукторній плиті. Затискання деталі відбувається рухомою кондукторною плитою та закріпленим на ній пальцем. Плита рухається за допомогою переміщення вздовж опорних стрижнів. Для свердління отворів передбачені сталі швидкознімні загартовані втулки, що закріплені в плиті, які використовуються як напрямні для свердла.

					ЛП61(1).009.007.ТЕ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок сил закріплення

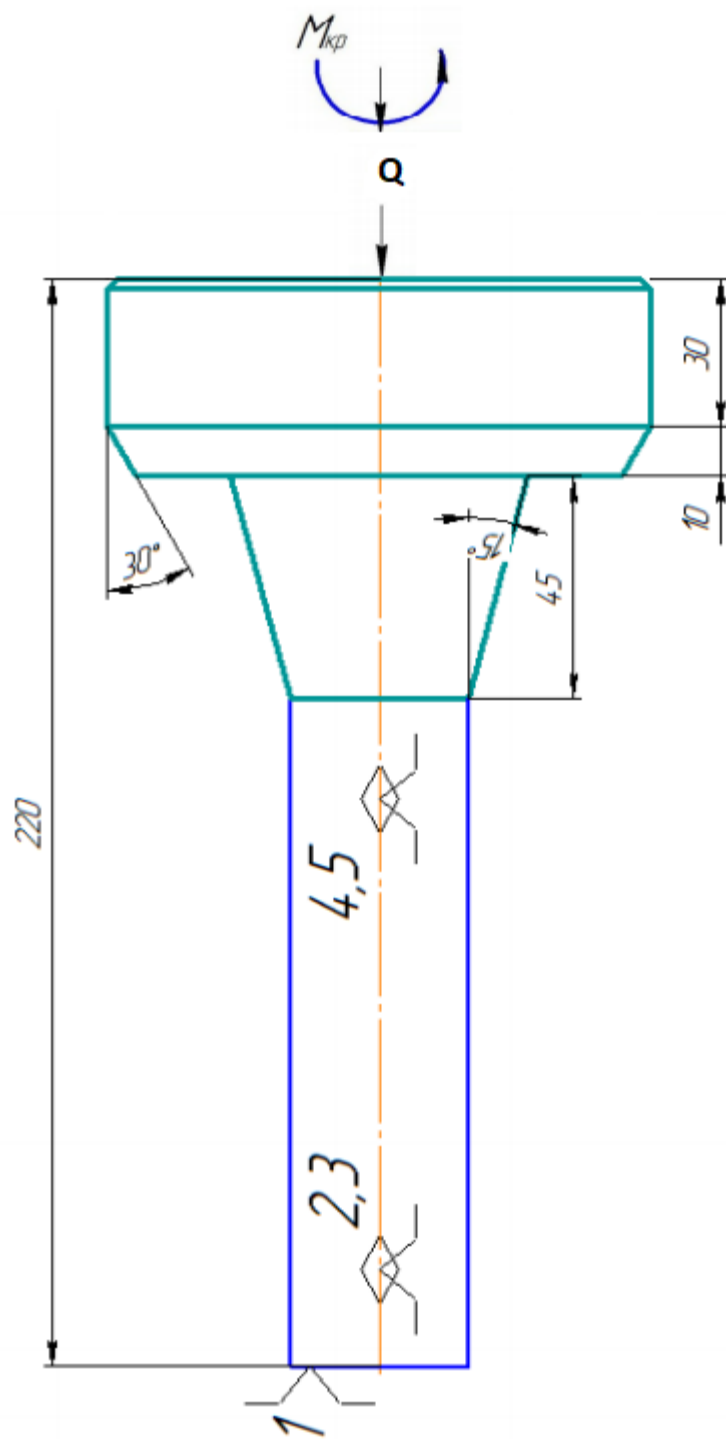
У процесі обробки на заготовку з боку ріжучого інструменту діють сили різання, які намагаються перемістити її з установочних елементів. Щоб цього не сталося, заготовку потрібно зафіксувати. У випадку свердління отвору в кондукторі, величина сили затискання визначається із рівності:

$$Q = \frac{M_{кр}}{f \cdot r},$$

де $M_{кр}$ - крутний момент свердла;

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях.

					ЛП61(1).009.007.РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21



Для забезпечення надійності, сила затискання додатково збільшується на значення коефіцієнта запасу K , тоді формула знаходження сили затискання набуває остаточної форми:

					ЛП61(1).009.007.ТЕ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			8

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot r}.$$

Обертаючий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де коефіцієнти: $C_M=204$, $q=1$, $y=0.75$,

$S=0.5$ мм/об - подача свердла;

K_p - коефіцієнт, який враховує фактичні умови обробки, та залежить лише від матеріалу заготовки і визначається як:

$$K_p = K_{мр} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n.$$

$$K_p = \left(\frac{600}{750} \right)^{\frac{0,75}{0,35}} = 0,62.$$

Остаточню:

$$M_{кр} = 10 \times 204 \times 34,975^1 \times 0,5^{0,75} \times 0,62 = 26303 \text{ Нм};$$

Коефіцієнт запасу K :

$$K=K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

де $K_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх пристроїв;

$K_1=1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

$K_2=1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

					ЛП61(1).009.007.ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток у затискному пристрої;

$K_6 = 1$ коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку.

Значення коефіцієнта запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 2,7.$$

Підставляючи отримані значення у формулу для визначення сили затискання заготовки у пристосуванні:

$$Q = \frac{2,7 \times 26303}{0,25 \times 0,140} = 2029 \text{ Н}$$

Де r - відстань від точки прикладання сили затискання до місця свердління;

f - коефіцієнт тертя для гладких поверхонь.

Приймаємо силу затиску $Q = 2,1 \text{ кН}$.

					ЛП61(1).009.007.ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Висновки

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення клапана було виконано наступне:

- розглянуто призначення клапана і його конструктивні особливості;
- проаналізовано технологічність клапана та його заготовки;
- вибрано спосіб виготовлення заготовки;
- розроблено маршрут виготовлення клапана;
- розраховано сили закріплення;
- виконано графічне зображення технологічного процесу виготовлення деталі;
- заповнені маршрутна карта (МК), операційна карта (ОК) та карта ескізів (КЕ).

					ЛП61(1).009.007.ТЕ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ким В.С. Теория и практика экструзии полимеров. Учебное пособие для вузов., – М.: Химия, 2005.
2. С.Г. Гурвич, Г.А. Ильяшенко, С.Х. Свириденко. Машины для переработки термопластических материалов. – М.: Машиностроение, 1965.
3. К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2006 — 448 с.
4. Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Кушнір М.С., Івіцький І. І. "Моделювання гомогенізації розплавів термопластів у бар'єрному змішувачі з урахуванням ефекту пристінного проковзування". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2016. 1, С. 45-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/2306-1626.1.2016.77907>
5. Пат. 10558 U Україна, B29C47/60, B29C47/78. НТУУ «КПІ». Черв'як екструдера для переробки високомолекулярних сполук і матеріалів на їх основі/ Мікульонок І.О., Радченко Н.Л. - №11, 2005 u200504627; Заявлено 17.05.2005; Опубл. 15.11.2005. – 2 с.
6. Пат. 101340 U Україна, B29C35/16, B29C47/88. НТУУ «КПІ». Спосіб охолодження екструдованого матеріалу/ Мікульонок І.О., Пишний Г.В. - №17, 2015 u201501168; Заявлено 12.02.2015; Опубл. 10.09.2015. – 2 с.
7. Пат. 12701 U Україна, B29C47/60, B29C47/78. НТУУ «КПІ». Пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера/ Мікульонок І.О., Радченко Н.Л. - №2, 2006 u200508637; Заявлено 09.09.2005; Опубл. 15.02.2006. – 2 с.
8. Пат. 43887 U Україна, B29C47/78, B29C43/52, B29B7/00. НТУУ «КПІ». Вузол охолодження обладнання для переробки полімерів/ Мікульонок І.О. - №17, 2009 u200901846; Заявлено 02.03.2009; Опубл. 10.09.2009. – 3 с.

9. Панов Є.М., Боженко М. Ф., Даниленко С. В., Навоженко Н. П. "Температурно-теплові показники газополуменевого обпалення алюмінієвих електролізерів". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2016. N 1. С. 40-45. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2016.77903](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2016.77903)
10. Пат. 116276 U Україна, B29C47/36, B30B9/14. Черв'ячний екструдер/ Мікульонок І.О., Бардашевський С.В., Горпинюк В.Ю. - №9, 2017 u201612689; Заявлено 13.12.2016; Опубл. 10.05.2017. – 2 с.
11. Радченко Л.Б., Сівецький В.І. Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів: Навч. посіб. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2002. 152 с.
12. ДСН 3.3.6.037–99.Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.– К.: МОЗ України, 2000 – 29с.
13. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник Львів: УАД, 2006. – 336 с.
14. Панов Є.М., Лелека С.В., Карвацький А.Я., Педченко А.Ю., Боженко М.Ф., Іваненко Д.О.. "Експрес-методика визначення середньомасової температури вуглеграфітових виробів в печах графітування за технологією Кастнера". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2018. N 1. С. 39-46. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2018.143375](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2018.143375).
15. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії / Радченко Л.Б. — К.: Київ, 1999 — 219с.
16. Щербина В.Ю. "Моделювання процесу сепарації в циклонних вихрових апаратах". *Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2019. №1(18). с. 40-51. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171037>

17. Сокольський О.Л., Сімончук Є.П. "Моделювання усадки полімерного виробу в процесі лиття під тиском". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2019. N 1. С. 119-126. DOI: [10.20535/2617-9741.1.2019.171203](https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171203).
18. Басов Н.И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов / Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. — М.: Химия, 1986. — С. 441.
19. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб.пособие для студентов втузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. — 301 с.
20. Щербина В.Ю., Методологія проектування. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. — 77 с. URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25673>
21. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 656 с.
22. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Уч. пос. для техникумів. М., "Выш. школа", 1974. - 263с.
23. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. — 4-е изд., перераб. и доп. — Мн.: Выш. школа, 1983. — 256 с.
24. Шилович Т.Б., Малин Е.Д., Блайвас І. Ю. "Удосконалення технології виробництва вологостійкого тарного картону". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2017. N 1. С. 49-52. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2017.119471](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2017.119471)

ДОДАТКИ

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Кункова			НТУУ "КПІ", ІХФ				
Перевірів	Борищук							
Н. контр.				Клапан		Н		

M01	Сталь 40X ГОСТ 4543-71										
	Код	ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри	КД	МЗ	
M02	Кг 9,5 1					0,8			1	12	

А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код, найменування операції	Позначення документу										
Б	Код, найменування обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Коод	Он	Оп	Кум	Тп.з	Т.шт

A01	005	3608	Фрезерно-центрувальна	60141.000001; 20141.000001; 10П№XX-XX
-----	-----	------	-----------------------	---------------------------------------

B02	38261.XXXX	Фрезерно-центрувальний верстат EM535M	18632	3	10	1	1	1	50	1
-----	------------	---------------------------------------	-------	---	----	---	---	---	----	---

03	
----	--

A04	010	3708	Токарна	60141.00003; 20141.00003; 10ПН ₂ XX-XX
-----	-----	------	---------	---

Б05	38261.XXXX	Токарный верстат	16K20	18632	3	10	1	1	1	50	1
-----	------------	------------------	-------	-------	---	----	---	---	---	----	---

06	
----	--

A07	015 3708 Токарна	60141.00002; 20141.00002; 10ПН ₂ XX-XX
-----	------------------	---

Б08	38261.XXXX	Токарный верстат	16K20	18632	3	10	1	1	1	50	1
-----	------------	------------------	-------	-------	---	----	---	---	---	----	---

09	
10	

A10	

B11	

12	
12	

A13	
F11	

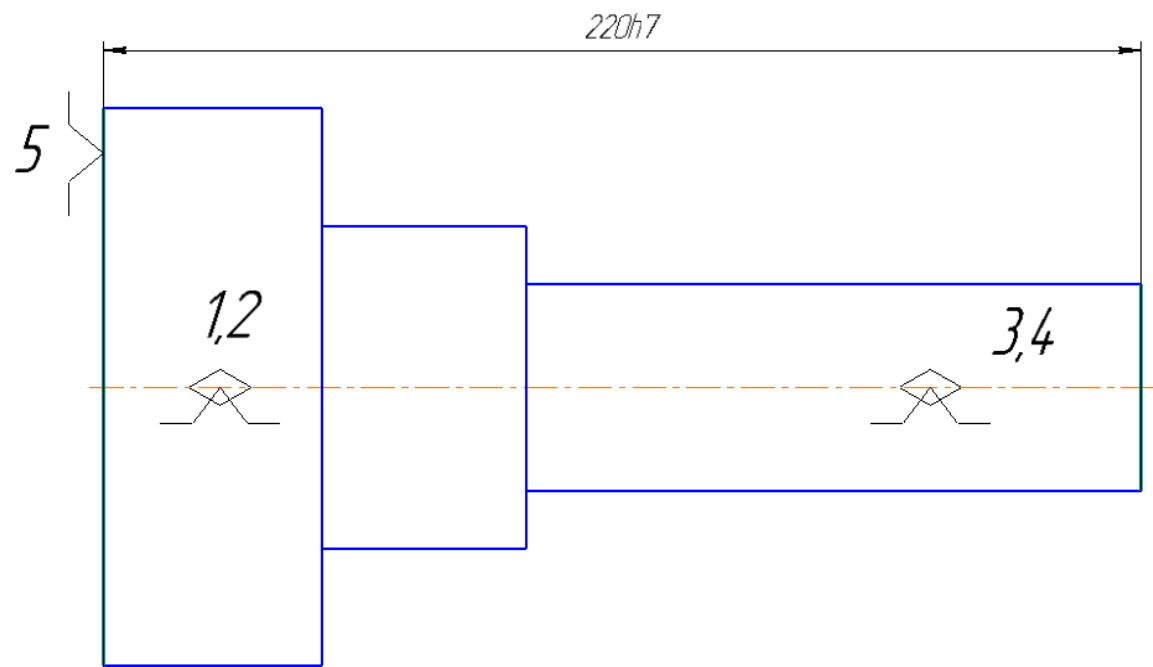
B14	
1E	

15	
16	

A16

МК	Обробка різанням	
----	------------------	--

Дубл.																
Взамін.																
Підпис									Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата			
Розробив	Кункова					НТУУ "КПІ",						005				
Перевірів	Борищук					ІХФ										
						Клапан								Н		
Н. контр.																



[illegible]

Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Черв'ячний екструдер	UA №116276 (2017р) МПК B29C 47/36, B30B 9/14 Автори: Мікульонок І.О., Бардашевський С.В., Горпинюк В.Ю.	<p>Винахід призначений для перероблення високомолекулярних сполук і матеріалів з їх застосуванням. Містить послідовно з'єднані завантажувальну лійку й корпус, а також розміщений у їхніх порожнинах черв'як, завантажувальну лійку споряджено однією секцією рідинного охолодження зі штуцерами для під'єднання до зовнішніх магістралей підведення й відведення рідкого холодоагенту.</p> <p>Мета винаходу – спростити виготовлення та експлуатацію екструдера</p>
2	Система охолодження черв'яка екструдера	UA №66688 (2012р) МПК B29B11/00, B29B13/00 Автори: Мікульонок І.О., Войцеховська Є.М., Рудакова В.А.	<p>Винахід призначений для перероблення термопластичних матеріалів. Система охолодження черв'яка екструдера містить порожнистий вал з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженою гвинтовою нарізкою ділянкою, наконечником, а також розміщену в порожнині вала трубу для підведення охолоджувальної рідини.</p> <p>Мета винаходу – підвищити рівномірність, інтенсивність та ефективність охолодження черв'яка.</p>

3	Вузол охолодження обладнання для переробки полімерів	UA №43887 (2009р) МПК B29C47/78, B29C43/52, B29B7/00 Автори: Мікульонок І.О.	<p>Винахід належить до полімер- і гумопереробного обладнання, зокрема до систем теплопостачання обертових робочих органів цього обладнання. Вузол охолодження обладнання містить корпус з патрубками для підведення й відведення холодоагенту, наконечник, закріплюваний на обертовому порожнистому робочому органі, а також розміщувану в порожнині охолоджуваної ділянки робочого органу трубу.</p> <p>Мета винаходу – забезпечити ефективне охолодження охолоджуваної ділянки робочого органу, зменшити втрати теплоти поза її межами і надійну роботу підшипників робочого органу</p>
4	Пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера	UA №12701 (2006р) МПК B29C47/60, B29C47/78 Автори: Мікульонок І.О., Радченко Н.Л.	<p>Винахід належить до екструзійного обладнання, зокрема для перероблення термопластичних матеріалів, і може бути використана в полімер- та гумопереробних одна- та двочерв'ячних екструдерах. Пристрій містить вузол підведення теплоносія до черв'яка, дві коаксіальні труби, розміщені в порожнині черв'яка, а також пробку, змонтовану на одній з труб з можливістю осевого переміщення.</p> <p>Мета винаходу – забезпечити необхідність лише одного вузла підведення (і відведення) теплоносія для обох ділянок термостабілізації черв'яка</p>

5	Спосіб охолодження екструдованого матеріалу	UA №101340 (2015р) МПК B29C35/16, B29C47/88 Автори: Мікульонок І.О., Пишний Г.В.	<p>Винахід належить до полімерпереробного обладнання, зокрема до способів охолодження безперервно екструдованих полімервмісних матеріалів. Охолодження екструдованого матеріалу включає пропускання матеріалу крізь шар рідкого холодоагенту під час його руху у ванні охолодження, а також подавання бульбашок або струминок газу в шар рідкого холодоагенту, що сприяє руйнуванню примежового шару рідкого холодоагенту поблизу поверхні екструдованого матеріалу.</p> <p>Мета винаходу – вдосконалити спосіб охолодження екструдованого матеріалу, у якому забезпечується регулювання коефіцієнта тепловіддачі, а отже й інтенсивність охолодження, по довжині ванни охолодження, що істотно розширює технологічні можливості способу</p>
6	Черв'як екструдера для переробки високомолекулярних сполук і матеріалів на їх основі	UA №10558 (2005р) МПК B29C47/60, B29C47/78 Автори: Мікульонок І.О., Радченко Н.Л.	<p>Винахід належить до обладнання для перероблення термопластичних матеріалів. Черв'як екструдера містить оснащений гвинтовою нарізкою порожнистий вал, він забезпечує можливість стабілізації або регулювання температури його робочої поверхні циркуляцією в порожнині вала рідкого теплоносія.</p> <p>Мета винаходу - забезпечити надійну термостабілізацію робочої поверхні черв'яка</p>

Пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера

Кункова В.О., студ.; Сівецький В.І., проф., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропонований варіант вдосконалення пристрою для термостабілізації черв'яка екструдера, який дає змогу за допомогою конструктивного виконання забезпечити необхідність лише одного вузла підведення (і відведення) теплоносія для обох ділянок термостабілізації черв'яка.

Відомий пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера, містить вузол підведення теплоносія до черв'яка, а також трубу, відкриту з одного кінця й розміщувану в порожнині черв'яка [1]. Конструкція цього пристрою не може забезпечити різну температуру на окремих ділянках вздовж осі черв'яка, що знижує технологічні можливості екструдера в цілому.

Запропонований спосіб включає пристрій для термічної стабілізації черв'ячного екструдера, що включає вузол, який подає черв'яку теплоносії, дві коаксіальні трубки, поміщені в черв'ячну порожнину, і пробку, встановлену на одній з трубок з можливістю осьового переміщення, а також міжтрубний простір, на одному кінці трубки закритий пробкою, пробка встановлена на зовнішній трубі, по довжині отворів, зовнішня труба з обох боків пробки обладнана гнучкими кожухами із зажимами на кінцях, а в пробці зі сторони торцевих поверхонь у напрямку до внутрішньої поверхні, виконані наскрізні отвори [2].

Пристрій включає вузол 1 для подачі теплоносія до черв'яка 2, дві коаксіальні труби: зовнішня 3 і внутрішня 4, розміщені в порожнині 5, і пробка 6, встановлена на зовнішній трубі 3, по довжині якої зроблені отвори 7. Трубчастий простір 8 на кінці труби 3 і 4 закривається кришкою 9, а зовнішня труба 3 з обох сторін заглушки 6 обладнана гнучкими гофрованими кожухами 10 з торцями, встановленими на їх кінці у вигляді розрізних пружинних кілець 11, затискачів. У пробці 6 від торцевих поверхонь 12 до її внутрішньої поверхні 13 виконані наскрізні отвори 14. На внутрішній поверхні 13 пробки 6 може бути виконаний кільцева канавка 15 (фіг.1).

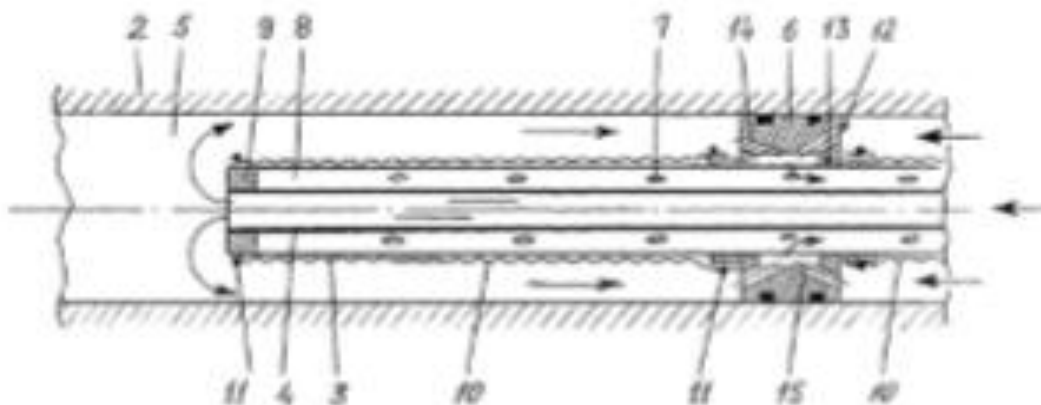


Рис. 1 - поздовжній розріз пропонуваного пристрою

Два потоки теплоносія через вузол 1 спрямовуються у внутрішню трубку 4 і в простір між зовнішньою трубкою 3 і стінкою порожнини 5 черв'яка 2. Після виходу з внутрішньої трубки 4 теплоносії через кришку 9 потрапляє в простір між зовнішньою трубкою 3 і стінкою порожнини 5 черв'яка 2. Обидва потоки, які забезпечують бажану температуру у відповідній секції черв'яка 2, на протилежних сторонах пробки 6 завдяки наявності гнучких оболонок 10 потрапляють у отвори 14 пробки 6, потім у отвори 7 зовнішньої трубки 3 і через простір трубки виводяться з черв'яка 2.

Запропонована корисна модель розширює технологічні можливості черв'яка і є легкою у виробництві та експлуатації.

Література

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. - М.: Химия, 1986. - С.196.
2. Заявка України u2005 08637, МПК(2006) B29C 47/60. Пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера/ І. О. Мікульонок, Н.Л. Радченко; заявник НТУУ «КПІ»; дата подання 09.09.2005.

Черв'як екструдера для переробки високомолекулярних сполук і матеріалів на їх основі

Кункова В.О., студ.; Сівецький В.І., проф., к.т.н.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропонований варіант вдосконалення черв'яка екструдера для переробки високомолекулярних сполук і матеріалів на їх основі, який дає змогу за допомогою конструктивного виконання гребенів його нарізки забезпечити надійну термостабілізацію робочої поверхні черв'яка.

Черв'ячний екструдер відомий тим, що обробляє сполуки та високомолекулярні матеріали на їх основі, оснащений валом з гвинтовою нарізкою [1]. Ця черв'ячна конструкція не передбачає її терморегуляції, тому її можна використовувати лише на коротких черв'яках для обробки обмеженого класу матеріалів.

Пропонований же спосіб включає те, що в черв'яку екструдера, міститься оснащений гвинтовою нарізкою порожнистий вал, а також в гребені нарізки виконано канал, сполучений з порожниною вала [2].

Черв'ячний екструдер містить порожнистий вал 2, забезпечений гвинтовою нарізкою 1, у гребені 3 нарізки 1 якого виконаний канал 4, з'єднаний з порожниною 5 вала 2 каналами 6 (рис. 1).

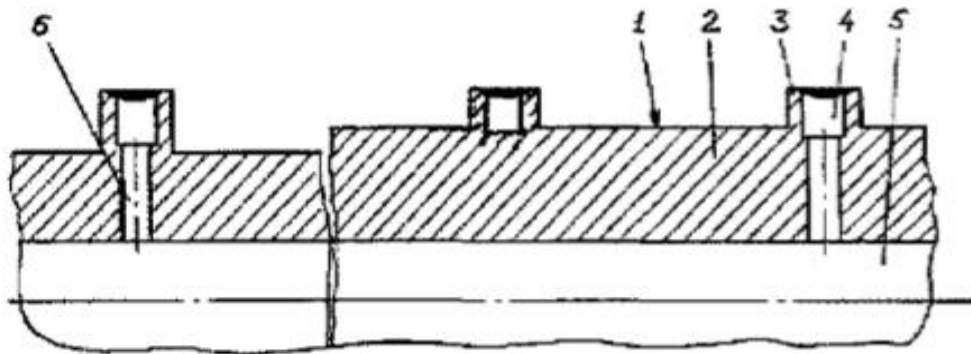


Рис. 1 - поздовжній розріз черв'яка

Рідкий теплоносій через коаксіально розташованого у порожнині 5 валу 2 труби з поршнем, циркулює в черв'яку. У цьому випадку, завдяки каналам 6, теплоносій потрапляє і циркулює в гребені 3 нарізки 1, забезпечуючи теплообмін між ним та оброблюваним матеріалом.

Канал 4 гребеня 3 може бути сформований шляхом виготовлення канавки у верхній частині гребеня 3 з подальшою верхньою поверхнею хребта 3 та подальшою його обробкою.

Запропонована корисна модель проста у виготовленні та використанні, вона значно покращить умови експлуатації черв'ячних екструдерів.

Література

1. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс – Л. ГИХП, 1962. С.74.
2. Заявка України u2005 04627, МПК(2005.04) В29С 47/60. Черв'як екструдера для переробки високомолекулярних сполук і матеріалів на їх основі / І. О. Мікульонок, Н.Л. Радченко; заявник НТУУ «КПІ»; дата подання 17.05.2005.